corso di
RADIOTECNICA

pubblicazione settimanale · 15 - 22 ottobre 1960 · un fascicolo lire 150 3° numero

corso di RADIOTECNICA

settimanale a carattere culturale

Direzione, Amministrazione, Pubblicità:
Via dei Pellegrini 8/4 - Telef. 593.478
MILANO

Ogni fascicolo — contenente 3 lezioni — costa lire 150, acquistato alle edicole.

Se l'edicola risulta sprovvista, o si teme di rimanere privi di qualche numero, si chieda invio settimanale direttamente al proprio domicilio a mezzo abbonamento.

Il versamento per ricevere i 52 fascicoli costituenti l'intero Corso è di lire 6500 + I.G.E. = lire 6630. A mezzo vaglia postale, assegno bancario, o versamento sul conto corr. postale 3/41.203 del « Corso di RADIOTECNICA » - Via dei Pellegrini 8-4 - Milano.

In ogni caso, scrivere in modo molto chiaro e completo il proprio indirizzo.

L'abbonamento può essere effettuato in qualsiasi momento; si intende comprensivo delle lezioni pubblicate e dà diritto a ricevere tali lezioni, che saranno inviate con unica spedizione.

Estero: abbonamento al Corso, Lit. 8.500. ($ 15). Numeri singoli Lit. 300 ($ 0,50).

Per i cambi di indirizzo durante lo svolgimento del Corso, unire lire 100, citando sempre il vecchio indirizzo.

Fascicoli singoli arretrati — se disponibili — possono essere ordinati a lire 300 cadauno.

Non si spedisce contrassegno.

Distribuzione alle edicole di tutta Italia: Diffus. Milanese . Via Soperga, 57 - Milano.

Direttore responsabile: Giulio Borgogno.

Autorizzaz. N. 5357 - Tribunale di Milano.

Stampa: Intergrafica S.r.l. - Cologno Monzese.

La Direzione non rivende materiale radio; essa può comunicare, se richiesta, indirizzi di Fabbricanti, Importatori, Grossisti ecc. in grado di fornire il necessario ed ai quali il lettore può rivolgersi direttamente.

Alla corrispondenza con richiesta di informazioni ecc. si prega allegare sempre il **francobollo per la risposta.**

Parte del testo e delle illustrazioni è dovuta alla collaborazione del Bureau of Naval Personnel, nonchè al Dept. of the Army and the Air Force - U.S.A.

A chi può essere utile questo Corso? Anzitutto — stante la sua impostazione — il Corso, basato sull'esposizione in forma a tutti accessibile, della radiotecnica, dai suoi elementi basilari alla evoluzione più recente, rappresenta la forma ideale per tutti coloro che intendono dedicarsi all'elettronica, sia come forma ricreativa sia — soprattutto — per l'acquisizione di una professione specializzata che possa procurare loro una posizione di privilegio in seno alla società odierna.

Anno per anno, la nostra civiltà si indirizza sempre più verso questa meravigliosa, si potrebbe dire fascinosa, elettronica, che nel modo più evidente consente sviluppi impensati, progressi grandiosi e una rapida evoluzione di tutti gli altri rami dello scibile che essa tocca e influenza.

L'industria, tutta l'industria, nel senso più ampio, da quella elettrotecnica a quella meccanica, alla metallurgica, alla chimica ecc., con i suoi laboratori di ricerca e le sue fabbriche richiede, e richiederà sempre più, con un ritmo rapidamente crescente, tecnici specializzati con conoscenza dell'elettronica, tecnici specificatamente elettronici e persino operai e impiegati di ogni ordine e categoria con cognizioni di elettronica.

Si può dire che anche le branche commerciali, quelle dei trasporti e persino quelle amministrative con le recenti introduzioni delle calcolatrici, abbisognano di personale che conosca i principi dell'elettronica, le macchine relative, il loro pieno sfruttamento, la eventuale riparazione ecc. e, quanto più in modo completo, quanto meglio.

Nasce, da una tale situazione, una logica conseguenza: per la scelta di una professione o di un mestiere, per un miglioramento della propria posizione sociale, per l'intrapresa di una libera attività o anche per la sola acquisizione di cognizioni che indubbiamente verranno oltremodo utili, è quanto mai opportuno riflettere se non sia conveniente dedicare un po' di tempo allo studio di questa scienza che ha tra l'altro il pregio di rendersi immediatamente attraente, concreta, accessibile e foriera di moltissime soddisfazioni.

A questo scopo appunto, e con questi intenti, è stato redatto questo Corso.

Non mancano invero altri corsi (specie per corrispondenza) o scuole di radiotecnica, nè mancano (sebbene siano in numero del tutto inadeguato) scuole statali o pareggiate ma la struttura e l'impostazione che caratterizzano queste 156 lezioni sono alquanto particolari, presentando non pochi vantaggi sulle diverse altre forme di cui si è detto.

Anzitutto vogliamo porre in evidenza **il fattore economico.**

Frequentare regolarmente, durante tutto l'anno, una scuola è certo il modo più logico — anche se non il più rapido — per apprendere ma, tralasciando il fatto che rarissimi sono gli Istituti di radiotecnica, è a tutti possibile dedicarsi esclusivamente, e per l'intero anno, allo studio? Noi riteniamo che chi può farlo costituisca oggi assai più l'eccezione che la regola. Ciò significa infatti poter disporre liberamente del proprio tempo senza avere la necessità di un contemporaneo guadagno: il nostro Corso permette a chiunque di studiare a casa propria, nelle ore libere dal lavoro, senza abbandonare o trascurare quest'ultimo. Ciò caratterizza invero anche altri corsi, ma il vantaggio economico diviene notevole ed evidentissimo se si considera che di fronte all'esborso, anche se rateale, di quasi 80.000 lire che i corsi per corrispondenza richiedono, seguendo il nostro Corso la spesa in un anno risulta di poco più di 7500 lire (150 lire alla settimana presso un'edicola) o di 6630 lire totali, con recapito postale, settimanale, delle lezioni a domicilio.

E' superfluo dire che la Modulazione di Frequenza, i transistori, i circuiti stampati, la trasmissione, il telecomando ecc. sono argomenti integrali del Corso e non costituiscono motivo di corsi speciali, aggiunti o particolari.

Le lezioni di questo Corso — a differenza di molte altre — non sono stampate con sistemi di dispensa, a ciclostile, o con sistemi più o meno analoghi, derivanti cioè da un originale battuto a macchina da scrivere; esse sono stampate in uno stabilimento grafico, con chiari caratteri tipografici da cui deriva una assai più agevole lettura e — fattore certamente di non secondaria importanza — un contenuto molto più ampio, corrispondendo una pagina a stampa a tre o quattro pagine di quelle citate. Il lettore avrà, alla fine del Corso, un volume di ben 1248 pagine di grande formato!

Chiunque, indipendentemente dall'età, dalla professione e dalle scuole compiute **può seguire il Corso.** Alle esposizioni teoriche si abbinano numerose, attraenti, istruttive ed utili descrizioni che consentono la realizzazione di ricevitori, amplificatori, strumenti vari e persino di trasmittenti su onde corte.

A questo proposito è sintomatico il fatto che la Direzione non vuole assolutamente assumere la fisionomia di un fornitore o commerciante di materiale radio, rivendendo agli allievi le parti necessarie. Il materiale occorrente l'interessato può acquistarlo dove e come meglio crede e, assai spesso anzi, già ne dispone. Viene così evitato l'acquisto forzoso, caratteristico più o meno di tutti gli altri corsi.

Anche chi è già radiotecnico, anche chi ha seguito o segue altri corsi troverà il massimo tornaconto in questo completo ed aggiornato lavoro. Molte nozioni, è logico, saranno note, altre un po' meno e sarà utile rinfrescarle, e il tutto infine costituirà un manuale di consultazione, prezioso tanto per la teoria esposta quanto per i numerosi schemi, per le tabelle, per i grafici, gli elenchi, i dati, il vocabolario dei termini ecc.

Concludendo, si può affermare che questo **Corso di Radiotecnica** oltre che come insegnamento graduale si presenta come **enciclopedia e rivista assieme** ciò che permette di formare — con modestissima spesa — **il più completo, ricco, utile e pratico volume di radiotecnica di cui sia dato oggigiorno disporre.**

LA TRASMISSIONE e la RICEZIONE RADIO

Come avviene, in pratica, la comunicazione radio? Essa sfrutta — sappiamo — le onde elettromagnetiche come mezzo di collegamento tra i due punti interessati (trasmettitore e ricevitore). Il problema consiste perciò, in sintesi, nel generare l'oscillazione, nell'irradiarla nello spazio, nel captarla — a distanza — dallo spazio stesso, e nel renderla percepibile ai nostri sensi.

Sappiamo anche che possiamo sovrapporre, in certo qual modo, all'oscillazione a frequenza molto alta (onda elettromagnetica) irradiata nell'etere, l'oscillazione a frequenza molto più bassa (onda sonora), così che la prima diventa « portante » e la seconda « modulante »: in questo modo è realizzata la radiofonia o trasmissione per via radio dei suoni. Essa rappresenta però un perfezionamento dell'invenzione in sè in quanto, inizialmente, la comunicazione si basò esclusivamente sull'intelligenza a mezzo dei segnali (punti e linee) dell'alfabeto Morse. E' facile intuire come ciò possa avvenire.

Se l'oscillazione presso la trasmittente, anzichè essere irradiata in continuità, viene interrotta e ripresa secondo il sistema convenzionale di tratti corti (punti) e tratti più lunghi (linee) (il già citato alfabeto Morse, usato nella telegrafia con filo), al posto di ricezione i fenomeni conseguenti alla ricezione stessa seguiranno lo stesso ritmo e sarà facile tradurre il messaggio. Perciò, la prima idea consistette nello sfruttamento dell'onda elettromagnetica in tal senso (Marconi, 1894); l'idea di mantenere costante la irradiazione dell'onda ma di variarne l'ampiezza secondo un andamento conseguente alle diverse frequenze della parola o di altri suoni (*modulazione d'ampiezza*) seguì, nel 1908, ad opera dell'americano R.A. Fessenden. Lo stesso fine può essere raggiunto facendo variare non l'ampiezza ma la frequenza — sempre in relazione alla voce o al suono — e si ha allora la *modulazione di frequenza*. Esistono infine, ulteriori sistemi di modulazione che esamineremo in dettaglio con quelli principali ora accennati nelle lezioni a tali argomenti destinate. Logicamente, il complesso ricevente deve essere sempre predisposto a seconda del sistema usato, onde poter compiere adeguatamente l'operazione inversa alla modulazione cioè la demodulazione.

Scopo della presente lezione è un esame sommario della comunicazione radio e degli elementi che concorrono ad attuarla. Incontreremo termini e particolari che analizzeremo con assai maggior dettaglio, tanto da farne oggetto di intere lezioni; tuttavia, l'avere prima, qui, osservato in un quadro generale, oltre che il fenomeno, anche quei mezzi che ne consentono la realizzazione, ci permetterà senza dubbio — sapendo oramai a priori quali sono i fini da raggiungere — di apprendere assai meglio, a partire addirittura dalle lezioni più immediate, tutta l'esposizione relativa al graduale svolgimento della materia.

Come si è già detto, la comunicazione radio nasce in un determinato punto: **trasmettitore**; a mezzo di un sistema — **antenna** — viene irradiata a tutto lo spazio circostante; viene quindi, sempre con un'antenna, captata, per pervenire al punto di ricezione: **ricevitore**. Seguendo questo ordine osserviamo perciò un po' più da vicino i citati elementi fondamentali del sistema.

IL TRASMETTITORE

Un trasmettitore consiste di diverse sezioni, intendendosi per sezione un assieme di organi raggruppati e coordinati allo svolgimento di una data funzione. Così, possiamo osservare in esso anzitutto una sezione che ha il compito di **generare l'oscillazione**: una oscillazione di natura elettromagnetica, e cioè, come abbiamo detto, differente dalle oscillazioni meccaniche che abbiamo osservate alla prima lezione, nel numero di manifestazioni al secondo ossia nella frequenza, che è qui assai più elevata.

L'oscillazione generata è solitamente di debole intensità. Di proposito, ad un oscillatore non viene applicata molta energia per dare luogo all'oscillazione e per mantenerla: lo scopo di una tale precauzione è, in questo caso, quello tendente ad ottenere una stabilità massima della frequenza di oscillazione prescelta. Se si usassero potenze rilevanti nell'oscillatore si verificherebbero fenomeni di riscaldamento (trasformazione di una parte di energia elettrica in energia termica) che, alterando i valori stabiliti, porterebbero a variazioni della frequenza. E' facile intuire che ciò non deve assolutamente verificarsi, sia perchè al posto di ricezione si dovrebbe provvedere per variazioni analoghe al fine di non perdere il collegamento che — come vedremo — basa la sua efficacia su un'indennità di frequenza, sia perchè, dovendo coesistere più trasmettitori, se le loro frequenze non fossero stabili si verificherebbero disturbi reciproci denominati *interferenze*.

Le onde elettromagnetiche prodotte da un oscillatore sono di natura perfettamente idonea a stabilire un collegamento a distanza (**figura 1**); è sufficiente che esse siano opportunamente avviate ad un sistema predisposto per irradiarle nello spazio: l'antenna.

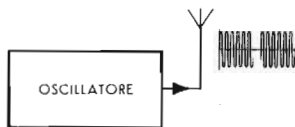



Fig. 1 - Una emittente può essere costituita dal solo oscillatore. Le onde elettromagnetiche prodotte, vengono convogliate ad un'antenna, e irradiate nello spazio

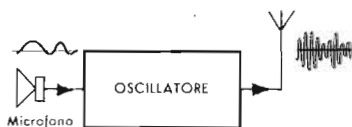



Fig. 2 - Le variazioni di corrente che un microfono genera possono « modulare » l'oscillatore variando in ampiezza le onde prodotte.

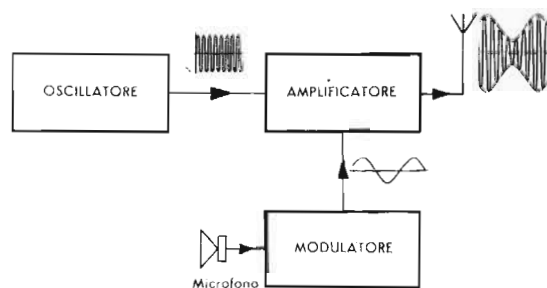



Fig. 3 - Per completare un trasmettitore potremo amplificare sia le correnti del microfono (Modulatore) sia quelle dell'oscillatore (Amplificatore).

Così agendo però, poichè i criteri realizzativi degli oscillatori sono quelli sopra accennati, di debole potenza in giuoco, accade che la possibile distanza utile raggiungibile con l'onda diretta sia eccessivamente ridotta, addirittura esigua, e perciò assolutamente insufficiente ai fini pratici.

Per questo motivo, un'altra sezione del trasmettitore è quella destinata ad **amplificare** — cioè ad accrescere in potenza — l'onda generata dall'oscillatore. Questa amplificazione può essere ottenuta in un solo passaggio o, come assai più generalmente avviene quando la potenza finale da raggiungere è notevole, con aumenti progressivi, in passaggi successivi e graduali. Deve essere caratteristica principale di una tale sezione di amplificazione del trasmettitore il non alterare minimamente la frequenza determinata dalla sezione oscillatrice. Il compito di un amplificatore consiste nel restituire alla sua « uscita » la stessa identica onda ricevuta alla sua « entrata » aumentata semplicemente in intensità.

L'oscillatore, per dare inizio alle oscillazioni e mantenerle — così come avviene per un oscillatore meccanico — abbisogna di un apporto di energia. L'amplificatore del pari, per svolgere la sua funzione (vedremo poi come e perchè) abbisogna di energia. Questa necessità deriva dall'impiego, in essi, di un meraviglioso dispositivo che ha contribuito enormemente allo sviluppo della radio: *la valvola termoionica*. Attualmente si sta sviluppando per gli stessi fini anche *il transistore*, un nuovo organo che con la valvola compete: anch'esso però necessita — se pure in misura minore — di energia.

In entrambi i casi si tratta di energia elettrica ed è perciò evidente che in un complesso trasmittente vi sarà anche una sezione destinata a produrre la necessaria energia elettrica di **alimentazione** (alimentatore) ricavandola, per trasformazione, da energia meccanica (dinamo, alternatori) o chimica (batterie).

Quando il trasmettitore non si deve limitare all'emissione di messaggi telegrafici secondo l'alfabeto Morse, ma deve irradiare voci e suoni, allora — come già sappiamo — occorre modulare l'oscillazione, ossia, in linea di massima, farne variare l'ampiezza (o la frequenza) in relazione a tali voci o suoni; da qui la presenza di una **sezione modulatrice**. Essa sarà formata anzitutto da un organo atto a captare i suoni e a trasformarli in correnti elettriche proporzionali in intensità e frequenza, organo che compie la stessa funzione nelle comuni comunicazioni telefoniche: *il microfono*. Le correnti del microfono — di debole intensità — potrebbero tuttavia, già modulare un trasmettitore (**figura 2**) ma occorre sapere che è necessario disporre di un certo ammontare di energia di tale natura per raggiungere un soddisfacente risultato. Grosso modo, si può dire che l'energia di frequenza microfonica (Bassa Frequenza o audio) occorrente, è pari alla metà dell'energia che si applica come alimentazione all'amplificatore finale della sezione a frequenza elettromagnetica. (Alta Frequenza o radiofrequenza). Anche qui perciò siamo in presenza di amplificazione, che, data la natura della corrente interessata, viene detta *amplificazione di Bassa Frequenza*. Anche qui, per raggiungere la potenza finale richiesta si procede per gradi successivi, o con definizione più propria, a mezzo di molteplici stadi. Col termine di **stadio** — termine che incontreremo assai spesso — possiamo definire **quell'unione di parti che, assieme, svolgono completamente un compito**: così, ad esempio, da quanto abbiamo sin qui appreso, rileveremo che in un trasmettitore le diverse sezioni potranno comportare ognuna uno o più stadi.

Per l'amplificazione di Bassa Frequenza i requisiti sono analoghi a quelli già citati a proposito dell'Alta Frequenza. Il « *segnale* » entrante (e per segnale intendiamo l'onda nelle sue diverse ampiezze e frequenze succedentesi nel tempo) deve presentarsi inalterato nella forma all'uscita dell'amplificatore: deve essere accresciuta solo la potenza.

Logicamente, la sezione amplificatrice di Bassa Frequenza adottando valvole o transistori necessita anch'essa di alimentazione. Questa necessità comporterà la presenza di una seconda sezione di alimentazione o di un adeguato aumento della possibilità di una eventuale sezione unica per l'intero trasmettitore.

L'oscillazione elettromagnetica che il trasmettitore genera, amplifica e modula (**figura 3**), ha nell'antenna il suo punto di partenza per la propagazione nell'etere. L'antenna sarà tanto migliore — e quindi di maggiore rendimento — quanto più in alto potrà essere collocata. Essa è formata, in sintesi, da un conduttore (filo, barra, tubo ecc. di metallo) la cui lunghezza è in relazione alla frequenza (lunghezza d'onda) che deve essere irradiata; infatti l'antenna deve essere « *accordata* » — deve cioè entrare in risonanza — per la frequenza

Fig. 4 - Il più semplice ricevitore è quello che svolge la sola funzione di rivelazione dell'energia captata a mezzo dell'antenna.

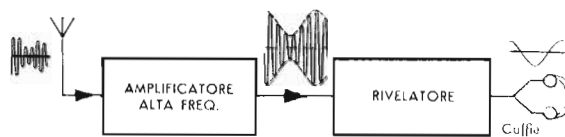



Fig. 5 - L'aggiunta di un amplificatore ad Alta Frequenza — prima cioè della rivelazione — aumenta la sensibilità, per cui nella cuffia è possibile udire anche stazioni deboli e lontane grazie all'amplificazione dei loro segnali.

Fig. 6 - Un ulteriore perfezionamento consiste nella amplificazione a Bassa Frequenza; dopo la rivelazione, le oscillazioni a frequenza fonica, amplificate, possono allora azionare un altoparlante in luogo della semplice cuffia.

prescelta di lavoro perchè, come abbiamo appreso già nella prima lezione (pag. 3), il migliore rendimento (minore dispendio di energia) in questi casi si verifica sempre per la frequenza propria di risonanza.

L'antenna va calcolata pertanto preventivamente in funzione della lunghezza d'onda di lavoro: ove, come accade in diversi trasmettitori, sia necessario impiegare a seconda delle contingenze più di una lunghezza d'onda, si avranno dispositivi appositi atti a modificare se non fisicamente, almeno elettricamente, le caratteristiche dell'antenna per porla sempre in condizioni di assorbire — e quindi irradiare — il massimo dell'energia che il trasmettitore può fornirle.

Tale energia le viene inviata — potendo l'antenna essere collocata anche ad una certa distanza dal trasmettitore vero e proprio — a mezzo di conduttori detti « *linee di trasmissione* ». Le linee di trasmissione non devono irradiare energia, così come una tubazione d'acqua non deve disperdere l'acqua lungo il percorso.

Abbiamo analizzato, sino a questo punto, per grandi linee, il trasmettitore: vediamo ora, seguendo lo stesso criterio, il ricevitore.

IL RICEVITORE

Le funzioni ed il comportamento di un ricevitore risultano, ovviamente, inverse a quelle di un trasmettitore. Quest'ultimo deve provvedere alla trasformazione di un segnale sonoro e all'irradiazione dell'onda elettromagnetica: il ricevitore deve captare l'onda irradiata dal trasmettitore e provvedere alla trasformazione dell'onda stessa in segnale sonoro.

Così come nel trasmettitore il mezzo per immettere l'onda nell'etere è un'antenna, nel ricevitore il mezzo per captarla, cioè prenderla, dall'etere è pure un'antenna. Già sappiamo che il trasmettitore invia le sue onde in tutte le direzioni: esso forma attorno a sè un « *campo* » (vedi pag. 6). L'antenna ricevente si trova in tale campo e se si adotta l'accorgimento di realizzarla in modo che risuoni sulla frequenza che interessa (quella adottata dal trasmettitore) si ottiene il suo redimento massimo, il che porta alla possibilità di disporre del segnale più intenso, compatibilmente con l'entità secondo la quale esso è presente in quel punto (intensità di campo). Logicamente, maggiore è la distanza del trasmettitore, minore è l'intensità di campo. Poichè si è in presenza di energie minime, il concetto costruttivo che deve guidare la realizzazione di una antenna deve essere quello della ricerca del più alto rendimento, che si raggiunge — come già abbiamo detto — con la risonanza, cui però va accoppiata la migliore dislocazione possibile (altezza dal suolo e distanza da masse in comunicazione con esso) e l'isolamento massimo (minori perdite per dispersione). Questi criteri sono da porsi però in relazione al tipo di ricevitore usato; essi valgono anzitutto come concetto teorico ed acquistano la loro maggiore importanza allorchè il ricevitore è del tipo più semplice, senza stadi di amplificazione in Alta o in Bassa Frequenza perchè — occorre subito dirlo — anche nel ricevitore, così come si è visto nei riguardi del trasmettitore, si può usufruire — e si usufruisce correntemente — della amplificazione.

Captato il massimo di energia a radiofrequenza seguendo l'accorgimento dell'impiego di un'antenna risuonante sulla frequenza dell'emittente, occorre sia predisposta una funzione inversa a quella della modulazione: **la demodulazione**, più correntemente detta **rivelazione**. In questo importantissimo e vitale stadio dell'apparecchio si può dire si esplichi ciò che è la vera e propria ricezione. Dall'onda portante si « estrae » il segnale della modulazione: l'onda elettromagnetica, che ha consentito il collegamento attraverso l'etere, più non interessa dopo tale operazione, perchè è solo la Bassa Frequenza che può tramutarsi in onde sonore mediante dispositivi (inversi rispetto al microfono) a noi ben noti: l'auricolare telefonico, la cuffia e l'altoparlante.

Così come il più semplice trasmettitore può essere costituito dal solo stadio d'oscillazione, il più semplice ricevitore può essere rappresentato dal solo stadio rivelatore (**figura 4**). Impareremo infatti — nella lezione che segue — a costruire ricevitori molto semplici, svolgenti semplicemente ed unicamente la funzione rivelatrice e, ciononostante, praticamente atti ad una buona ricezione di emittenti locali di radiodiffusione.

Poichè è possibile accrescere sia l'entità del segnale captato dall'antenna, quando questo cioè è ancora costituito dalla radiofrequenza (**figura 5**), sia l'entità del segnale a Bassa Frequenza — che è quello presente dopo la demodulazione — nei comuni radioricevitori troviamo stadi di amplificazione in entrambe le sezioni (**figura 6**).

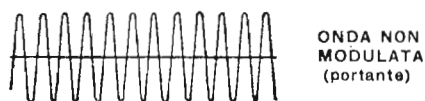



Fig. 7 - Oscillazioni ad A.F. non modulate: ampiezza costante.

Fig. 8 - Forma d'onda di segnale modulante a frequenza fonica.

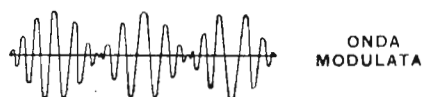



Fig. 9 - L'ampiezza della portante è variata dalla modulazione.

Fig. 10 - Rappresentazione della rivelazione o rettificazione di un'onda non modulata. Le semi-onde negative vengono soppresse completamente.

Fig. 11 - La rivelazione di una portante modulata dà una serie di semionde, tutte positive, ma di ampiezza variabile conformemente alla modulazione.

Con l'amplificazione in Alta Frequenza, praticamente si aumenta la sensibilità del ricevitore ossia si rendono utili anche quei segnali che, per la distanza della trasmittente o la insufficiente potenza irradiata dalla stessa, o ancora per altre cause, non sarebbero di entità adeguata ad un ascolto dopo, ben inteso, la rivelazione. Con l'amplificazione a Bassa Frequenza si fa sì che l'accresciuta energia possa azionare, anzichè un semplice auricolare o i due auricolari di una cuffia, quell'assai più pratico dispositivo (che necessita appunto di maggiore energia per agire) che è l'altoparlante.

Pertanto, se nel ricevitore incorporiamo stadi di amplificazione, ci troviamo anche qui — come avviene nei riguardi del trasmettitore — nella necessità di fornire una certa energia elettrica di alimentazione agli stadi interessati affinchè valvole o transistori possano svolgere il loro compito: avremo una sezione di alimentazione che può essere costituita da batterie o far capo, come è noto, alla rete luce della corrente casalinga.

Occorre ora, a questo proposito, mettere in evidenza un particolare. Abbiamo visto che nel trasmettitore tutti gli stadi richiedono un'alimentazione, ivi compreso l'oscillatore, generatore della radiofrequenza: nel ricevitore invece, lo stadio che può in certo qual modo essere contrapposto all'oscillatore, il rivelatore, non richiede, per agire, alcuna fonte di energia suppletiva. Esso può funzionare con la sola energia captata dall'etere. Per questo motivo possono essere realizzati radioricevitori — quelli che si limitano alla rivelazione — che non abbisognano di essere collegati alla rete-luce nè incorporano batterie: sono, in altre parole, apparecchi che non « consumano » nulla, tranne l'energia captata dall'antenna, fornita dal trasmettitore. Nello stadio rivelatore può non esservi nè una valvola, nè un transistore, bensì un solo organo che potremmo dire passivo e che si limita alla trasformazione dell'onda elettromagnetica senza apportare amplificazione: tale organo è denominato *diodo* (due elementi) e nei primi ricevitori era rappresentato da un cristallo (ad esempio, solfuro di piombo - galena) e da un dispositivo di contatto localizzato su di esso (baffo di gatto).

Il diodo rivelatore presenta la caratteristica di consentire il passaggio della corrente che in esso viene avviata, praticamente in un solo senso: si può in certo qual modo dire che esso è « polarizzato » cioè ha un lato positivo ed uno negativo. Nel senso di conduzione l'eventuale corrente può fluire o scorrere (immaginiamo ancora la corrente come un flusso d'acqua) facilmente: il diodo non rappresenta un ostacolo, ossia offre scarsa resistenza. A scorrere in senso opposto invece, la corrente trova difficoltà: il diodo — per tale senso di conduzione — offre alta resistenza. Tanto maggiore è la differenza di resistenza nei due sensi, tanto più efficace è il diodo per i nostri fini. Vediamo ora come può essere sfruttato il fenomeno suddetto per demodulare un'onda in arrivo.

L'onda, come già sappiamo, (vedi pag. 3) è costituita da due semionde, ognuna presentante una cresta o picco che ne determina l'ampiezza massima rispetto ad un punto di livello zero. Un'oscillazione, costante, non modulata, (**figura 7**) può essere raffigurata da una successione continua di onde, tutte di pari ampiezza.

Con la sovrapposizione del segnale modulante (**figura 8**) l'ampiezza viene fatta variare: (**figura 9**) (modulazione di ampiezza). E' appunto questa l'onda che viene irradiata da un trasmettitore di radiodiffusione e che quindi si presenta, dopo il suo rapidissimo viaggio nell'etere, al dispositivo di rivelazione del ricevitore. Quest'ultimo, come abbiamo testè detto, consente il passaggio in una sola direzione, perciò una sola delle due semionde sarà quella che troverà il senso di conduzione favorevole (in quanto l'altra è di polarità opposta) e riuscirà a passare attraverso il diodo. All'uscita del diodo sarà dimezzata così come si osserva alle **figure 10** e **11**: una tale forma d'onda viene detta anche « *rettificata* ». In essa è sempre presente, nella sua intera percentuale rispetto alla semionda residua, la variazione dovuta alla modulazione. Se si provvede ad eliminare (sia ostacolandone il passaggio verso i susseguenti stadi, sia favorendone la deviazione verso un percorso o circuito di annullamento) l'Alta Frequenza residua, resterà una corrente che avrà le variàzioni dovute alla modulazione, una corrente cioè di sola Bassa Frequenza (**figura 12**), capace di tramutarsi in suono con l'ausilio del riproduttore apposito (cuffia ecc.).

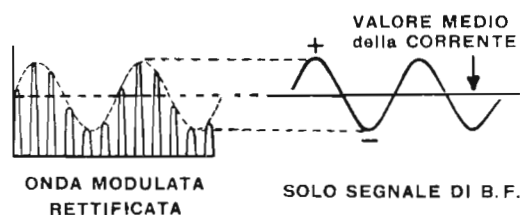



Fig. 12 - Analizzando l'onda modulata rettificata di cui alla figura 11, si osserva che le punte o « picchi » delle semionde positive risultanti dalla rivelazione individuano un'onda a frequenza fonica la cui ampiezza oscilla intorno ad un valore medio costante. In tal modo si manifesta una corrente alternata in tutto analoga a quella di modulazione con la quale si è variata l'ampiezza della portante.

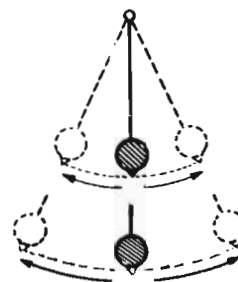



Fig. 13 - Modificando le caratteristiche dei componenti un generatore di oscillazioni si varia la frequenza di oscillazione; così, in un pendolo, l'aumento o la diminuzione della lunghezza dell'asta determina oscillazioni più o meno ampie, (più o meno lente = frequenza minore o maggiore).

I PRINCIPALI COMPONENTI

A formare gli stadi di un trasmettitore e di un ricevitore concorrono organi diversi: ne presenteremo ora alcuni con un intento essenzialmente pratico. Il lettore imparerà a conoscerli, a individuarli, a differenziarli e — nella lezione che segue — addirittura ad impiegarli anche se nella loro intima essenza li ritroverà descritti con assai maggiore rigore tecnico e scientifico, in apposite lezioni successive.

Così facendo, chi segue il Corso potrà subito familiarizzare con quei componenti — parti staccate — che, tra loro connessi, formano uno stadio o svolgono comunque un'azione combinata. Seguendo questo criterio sarà possibile pervenire quasi subito a risultati concreti, vale a dire al montaggio di semplici radioricevitori; ciò contribuirà a rendere meno arida la materia, in altre parole più allettante lo studio, non solo, ma ci si accorgerà poi anche che le più analitiche lezioni future saranno facilmente seguite perchè i soggetti saranno organi e fenomeni che già in pratica si avrà avuto modo di incontrare.

Parleremo qui di organi essenzialmente destinati ai radioricevitori anche se essi, assai spesso, fanno parte di stadi relativi a sezioni di trasmettitori. Una differenza tra i due impieghi porta solo ad una differenziazione — in linea di massima — nelle dimensioni. Nei trasmettitori si ha a che fare quasi ovunque con correnti, ossia con energia, di assai maggiore entità di quanta non se ne incontri in alcun ricevitore: le parti di un trasmettitore saranno perciò dimensionate di conseguenza e si presenteranno, logicamente, con maggiori dimensioni e ingombri.

ANTENNA e CIRCUITO RISONANTE

L'antenna, invero, solo in alcuni casi fa parte del ricevitore vero e proprio. Tuttavia, sia perchè la tendenza ad incorporarla in esso si generalizza, sia perchè con gli apparecchi più semplici l'antenna giuoca un ruolo di rilevante importanza, è opportuno che siano esposte qui alcune nozioni che la riguardano.

Il massimo di energia a radiofrequenza viene captato da un'antenna per la frequenza propria di risonanza: tale frequenza può essere preventivamente calcolata (con approssimazione) e ne consegue che un'antenna può essere costruita secondo determinate dimensioni (lunghezza) onde ottenere il migliore rendimento su di una data lunghezza d'onda. Sappiamo però che, in pratica, un ricevitore non viene mai limitato alla ricezione di una sola frequenza: esso copre in realtà un certo campo o zona o gamma di frequenza: sarebbe necessario allora ad ogni variazione di stazione da ricevere far corrispondere una variazione nella lunghezza dell'antenna. Questa procedura, tutt'altro che pratica, specialmente per le antenne esterne, può fortunatamente essere evitata. Per evitarla, pur senza modificare le dimensioni fisiche dell'antenna, se ne modificano le caratteristiche elettriche: il risultato è press'a poco pari e ad esso si perviene con relativa facilità, come ora vedremo. Tutto questo fa sì che, dovendo erigere un'antenna, non ci si debba preoccupare molto per un calcolo nonchè per le sue caratteristiche elettriche intrinseche: sarà sempre possibile portarla in risonanza per la frequenza interessata.

Un dispositivo meccanico che oscilli (vedi pag. 3), quale un pendolo o un diapason, ha nelle sue caratteristiche fisiche (lunghezza, massa, peso ecc.) gli elementi determinanti la sua frequenza di oscillazione o di risonanza: modificando l'una o l'altra di dette caratteristiche viene modificata la frequenza di risonanza (**figura 13**). Sappiamo che, portandoci verso frequenze molto più elevate di quelle ora citate, non è più possibile generarle con dispositivi di natura meccanica in quanto si entra nel campo dei fenomeni elettromagnetici. La generazione di oscillazioni elettromagnetiche è opera del passaggio di correnti elettriche in determinati percorsi — detti circuiti — presentanti caratteristiche elettriche opportune. Queste caratteristiche, che per analogia possiamo paragonare alle caratteristiche fisiche dell'oscillatore meccanico, sono: **l'induttanza e la capacità.**

Modificando l'induttanza o la capacità di un circuito oscillante modifichiamo la sua frequenza di risonanza, tanto se esso è attivo in maniera diretta per irradiare (oscillatore) quanto se è semplicemente passivo e cioè predisposto per risuonare in virtù di energia proveniente da un oscillatore. La variazione di induttanza e di capacità ha quindi un effetto analogo alla variazione delle dimensioni fisiche di un pendolo o di un diapason.

Un'antenna non è altro che un circuito elettrico

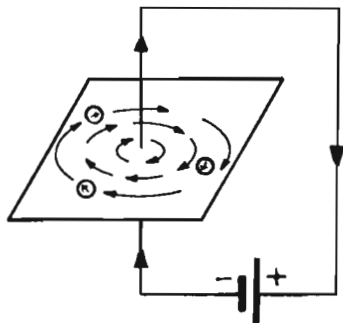



Fig. 14 - La corrente (qui erogata dalla pila), percorrendo un conduttore determina intorno ad esso un campo costituito da linee di forza magnetica.

Fig. 15 - Un conduttore avvolto a spire affiancate determina un campo magnetico più intenso in quanto i singoli campi delle varie spire si sommano integrandosi a vicenda.

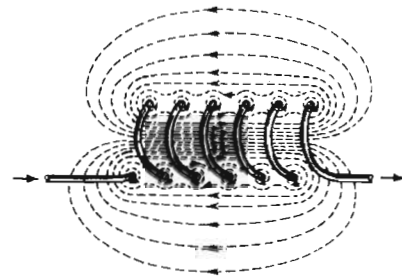



Fig. 16 - Le linee di forza hanno la loro densità massima all'interno di una bobina. Per aumentare la densità si può introdurre all'interno della bobina un nucleo di materiale che meglio dell'aria conduca il magnetismo.

presentante una propria induttanza ed una propria capacità: è per questo fatto che essa entra in risonanza ad una determinata frequenza di oscillazione elettromagnetica che è la risultante della combinazione di valori dei due elementi. Ora, è opportuno sapere che induttanza e capacità possono essere create, diremo così, artificialmente. In altre parole, in radiotecnica si dispone di organi rappresentanti un determinato valore di induttanza e di organi rappresentanti un determinato valore di capacità: essi sono rispettivamente **gli induttori** ed **i condensatori**.

Aggiungendo un induttore (questo termine è poco usato e si suol dire, in suo luogo « induttanza », termine che viene a indicare così anche l'organo oltre che la funzione) o un condensatore al circuito di un'antenna, possiamo variarne ampiamente l'induttanza e la capacità. Ove si aggiunga poi che i due citati organi sono solitamente costruiti in modo da presentare essi stessi un valore variabile con facilità, a scelta, si comprenderà che un'antenna può essere portata a risonanza su un grande numero di lunghezze d'onda — o per meglio dire — su una intera gamma, offrendo sempre il vantaggio della risonanza, ossia il maggiore rendimento per la frequenza in quel momento accordata.

Possiamo perciò concludere che, mediante induttanza oppure con capacità aggiuntiva o mediante entrambe, è dato di portare a risonanza su di una frequenza voluta un'antenna qualsiasi. Esaminiamo perciò — sempre da quel punto di vista essenzialmente pratico che ci consente di familiarizzare con essi — questi due importantissimi organi che, come vedremo in seguito, svolgono anche numerosi altri compiti nei complessi circuiti delle apparecchiature elettroniche.

INDUTTANZA

L'esame sommario che faremo è limitato per ora, ben inteso, a ciò che riguarda l'impiego di questo componente nei più semplici ricevitori radio.

Tra i conduttori di elettricità si può stabilire una graduatoria secondo la loro attitudine a condurre: in essa figurano con buone caratteristiche i metalli; tra i metalli, l'argento e il rame si dimostrano conduttori ottimi (vedi pag. 28).

Pertanto, se vogliamo far passare la corrente in modo continuo in un dato percorso desiderando incontrare nello stesso tempo la minore perdita possibile di tale corrente, (perdita che consiste in una trasformazione in calore), adotteremo un conduttore metallico, ad esempio rame: per comodità di impiego e maneggevolezza potremo ricorrere infine al rame sotto forma di filo che appunto a questo scopo viene prodotto dall'industria nei diversi tipi e diametri necessari alle varie esigenze. Per i motivi sopraddetti un'antenna, ad esempio — elemento che deve condurre la corrente tanto in trasmissione che in ricezione — è sempre realizzata con un buon conduttore (rame o bronzo) sotto forma di filo o di treccia.

Quando la corrente percorre un conduttore, anche se ottimo come tale, attorno al conduttore stesso si formano però delle linee magnetiche circolari costituenti un campo magnetico (**figura 14**). Se la corrente diventa più intensa, più intenso diventa il campo magnetico; è da notare subito che il campo magnetico oppone una certa resistenza alle « variazioni » della corrente.

Ove queste variazioni esistano, così come è nel caso delle correnti a radiofrequenza che variano secondo una frequenza molto elevata, un conduttore da esse percorso da luogo ad una opposizione alla corrente che lo percorre. Si dice allora che il conduttore, o il circuito in cui tale fenomeno di opposizione alle variazioni della corrente si verifica, **presenta una iduttanza o auto-induttanza**. L'induttanza, opponendosi alle variazioni di corrente, fa sì che la corrente stessa resti ritardata rispetto alla tensione. Nel campo magnetico formantesi si immagazzina, per questo fatto, durante mezzo ciclo, dell'energia che durante il mezzo ciclo seguente (opposto di polarità) viene restituita.

Non è da credere che una tale caratteristica sia a carattere negativo: essa viene anzi frequentemente sfruttata per ottenere volute risonanze di circuiti elettrici in quanto la risonanza — come abbiamo già detto — è la risultante dell'induttanza e della capacità.

L'autoinduzione di un conduttore rettilineo è molto piccola. Se è necessario accrescerla si può farlo disponendo il conduttore o filo a spire affiancate e avvolgendone un certo numero. In questo caso le linee di forza magnetica che sono attorno al filo di una spira agiscono anche sul filo delle spire vicine, contribuendo ad un aumento generale dell'induttanza (**figura 15**). Diremo anzi, che l'induttanza cresce col quadrato del numero di spire; cresce maggiormente quanto più vicine sono le

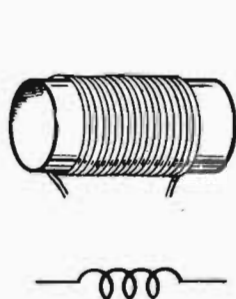



Fig. 17 - Bobina costituita dall'avvolgimento di un conduttore isolato su un supporto isolante e relativo simbolo schematico.

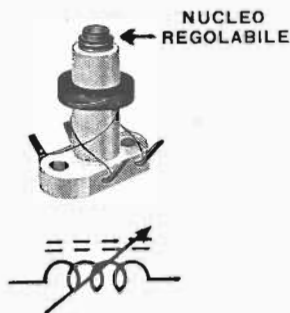
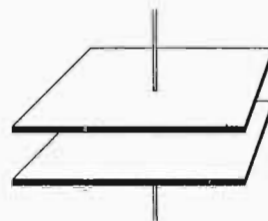



Fig. 18 - Bobina con nucleo ferromagnetico regolabile a vite: tale regolazione ne varia l'induttanza.

Fig. 19 - Bobina del tipo detto « a nido d'ape », con nucleo regolabile e supporto per il montaggio.

Fig. 20 - Due lamine metalliche (armature), affacciate ed isolate tra loro (dal dielettrico), formano un condensatore.

spire tra loro e quanto maggiore è il loro diametro. Nella nostra pratica corrente, le induttanze così realizzate vengono chiamate « bobine di induttanza » o più semplicemente « bobine ».

All'interno delle spire, ossia della bobina, passa l'intero flusso delle linee magnetiche (**figura 16**); è possibile agevolare questo passaggio, accrescendo in tal modo l'efficacia della bobina, ponendo in tal punto del materiale (come nucleo) che meglio dell'aria si lasci attraversare dal flusso magnetico. La scelta di questo materiale dipende dalla frequenza della corrente: così, differenziantisi sia per la forma che per il materiale costituente il nucleo avremo bobine per l'Alta Frequenza e bobine per Bassa Frequenza.

Le **figure 17, 18** e **19** riproducono alcuni tipi di bobine tra i più correnti.

Variando la posizione del nucleo (pratica spesso seguita per le bobine di Alta Frequenza, tanto che il nucleo stesso viene filettato, sì da essere avvitato o svitato dal supporto del filo) si può far variare il valore dell'induttanza senza dover modificare il numero di spire. All'introduzione completa del nucleo corrisponderà il valore massimo di induttanza. Può però anche verificarsi il contrario se il nucleo anzichè essere composto da un materiale che agevola il flusso senza dar luogo a perdite (si adottano materiali appositi costituiti da un impasto di polvere di ferro e polvere aglomerante, isolante) è formato da semplice metallo (esempio ottone, argento, alluminio) che trasforma il flusso in energia termica riscaldandosi per il suo passaggio. In tal caso l'induttanza, anzichè aumentare con l'introduzione del nucleo, diminuisce; diminuisce anche il rendimento.

CAPACITA'

L'altro elmento che è parte attiva, in unione all'induttanza, di un circuito oscillante è la capacità, realizzata quando occorre, sotto forma di condensatore (a valore fisso o a valore variabile).

Vi è poi un terzo elemento — come vedremo — nei circuiti, elemento passivo, denominato resistenza. Pertanto i tre componenti basilari di un circuito elettronico sono: l'induttanza, la resistenza e la capacità.

L'energia elettromagnetica — l'onda radio — viene trasmessa attraverso lo spazio, alla velocità della luce, mediante l'azione simultanea di due campi — come abbiamo già accennato alla nostra prima lezione — quello magnetico e quello elettrico. Mentre l'induttanza si riferisce esclusivamente al campo magnetico in quanto la corrente che scorre in un conduttore crea intorno ad esso un campo magnetico — la capacità si riferisce esclusivamente al campo elettrico, campo che si produce a causa della tensione.

Se si collegano due pezzi di filo ai poli opposti di una batteria (generatore di corrente elettrica e pertanto di tensione), tenendoli ad una certa distanza, tra di essi si produce un campo elettrico: avremo realizzato in tal modo un semplicissimo condensatore. Un condensatore consiste infatti di due conduttori — armature — separate da un materiale isolante: dielettrico (**figura 20**). Tale materiale può essere aria (come nel caso citato), vetro, mica, carta paraffinata, olio, ossido, o altro. Quando alle due armature viene applicata una differenza di potenziale, tra di esse si produce un campo elettrico che ha sede nel dielettrico (**figura 21**). Così agendo il condensatore si carica.

Il condensatore viene, a volte, definito correntemente anche col termine di « capacità ». Il suo compito consiste nell'immagazzinare l'elettricità sotto forma di un campo elettrico: dato ciò, il termine di capacità risulta appropriato.

Allontanata la sorgente di tensione, il condensatore, carico, può restare tale per molto tempo. Se però, le sue armature vengono poste in contatto tra loro a mezzo di un conduttore, su tale conduttore si effettua la scarica o restituzione di energia da parte del condensatore.

Un'induttanza, come abbiamo visto, immagazzina anch'essa energia nel suo campo magnetico. Se noi applichiamo un'induttanza ai capi di un condensatore carico, quest'ultimo si scaricherà sulla prima. Poichè però, con l'induttanza si verifica il ritardo accennato (detto sfasamento), l'energia avrà tempo di presentarsi nuovamente ai capi del condensatore che, risultando scarico, si caricherà nuovamente. Il ciclo di queste scariche e cariche reciproche continuerà sino a tanto che le perdite (inevitabili in ogni circuito) avranno dissipato sotto forma di calore tutta l'energia. Il numero di volte in cui, in un secondo, questo reciproco scambio di cariche si verifica viene detto frequenza naturale o «frequenza di risonanza» del circuito e dipende evidentemente dal valore dei componenti impiegati.

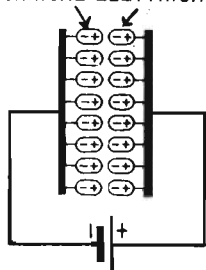



Fig. 21 - Applicando alle lamine di un condensatore una d. d. p. si determina la presenza di cariche elettriche nello spazio interposto.

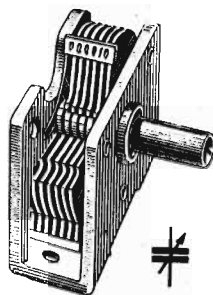



Fig. 22 - Condensatore variabile mediante la rotazione del perno, solidale con le armature mobili.

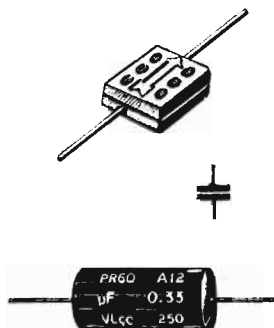



Fig. 23 - Condensatori fissi: a dielettrico mica (in alto) ed a dielettrico carta (in basso).

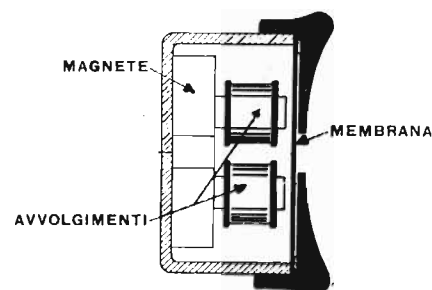



Fig. 24 - Veduta in sezione di una cuffia o riproduttore telefonico: sono visibili i vari organi, tra cui la membrana che, vibrando, trasforma in suono le oscillazioni elettriche.

Se si provvede a fornire opportunamente energia in continuità onde supplire a quella dissipata, l'azione di oscillazione suddetta continua indefinitamente.

Crediamo possa risultare chiaro, ora, perchè modificando il valore dell'induttanza, o quello della capacità, si può far variare la frequenza di risonanza.

La variazione di capacità di un condensatore si ottiene agevolmente. E' sufficiente diminuire l'area delle armature e, per raggiungere questo risultato nella pratica, un'armatura rimane fissa mentre l'altra è resa mobile; quest'ultima infine, se collegata meccanicamente ad un perno di comando, può presentarsi nei rispetti dell'altra, in tutte le posizioni che sono conseguenti alla rotazione (mediante apposito bottone o manopola) dell'albero stesso, dando luogo a tutti i valori di capacità, dal minimo al massimo consentito dalle superfici e dalle distanze tra di esse adottate. Diremo ancora che, se per ottenere una data capacità, le armature da realizzare risultassero di dimensioni eccessivamente grandi e quindi il condensatore di poco pratico impiego, si possono — come avviene sempre — abbinare più armatura di minori dimensioni, fisse, e rispettivamente mobili, pervenendo allo stesso risultato in quanto l'area affacciata risulti eguale nei due casi.

Le **figure 22** e **23** illustrano alcuni tra i tipi di condensatori, fissi e variabili, che trovano corrente impiego nelle apparecchiature radio.

IL RIPRODUTTORE

Il segnale che ha attraversato il diodo demodulatore, e dal quale è stata eliminata la residua Alta Frequenza, rappresenta la sola modulazione, vale a dire le variazioni elettriche corrispondenti ai diversi suoni captati dal microfono. Disporremo, in altre parole, di tensioni (di varia ampiezza) a frequenza pari a quella del suono che le ha generate (Bassa Frequenza). In quanto oscillazioni elettriche, noi non possiamo udirle: occorre allora ritrasformarle in oscillazioni di natura meccanica (suoni) che il nostro orecchio è invece in grado di percepire. Provvede a ciò un organo che, genericamente, definiremo « riproduttore ». Ne analizziamo uno tra i più comuni, illustrato a **figura 24.**

E' nota a tutti la più evidente manifestazione del campo magnetico: l'attrazione che esso esercita sul ferro. Abbiamo testè visto che se una corrente percorre un conduttore o, meglio ancora, una bobina, si crea un campo magnetico che è in diretto rapporto con l'intensità della corrente. Pertanto, se la corrente varia — anche molto spesso e con notevole entità — del pari varia il campo magnetico. Stante questa premessa, è facile intuire che una laminetta di acciaio collocata in prossimità di un tale campo magnetico in maniera da subirne l'influsso, predisposta in modo — data una certa elasticità — da poter vibrare, effettuerà dei movimenti (oscillazioni) di avvicinamento (per attrazione) e di allontanamento (per elasticità) nei riguardi della bobina (e, meglio ancora, del suo nucleo) sede del campo. Questi movimenti rispecchieranno fedelmente le variazioni di intensità e di frequenza della corrente circolante nell'avvolgimento: se la corrente in questione è quella ottenuta dalla demodulazione, la Bassa Frequenza darà luogo — mediante le vibrazioni della lamina — ai suoni originali della trasmissione.

Un dispositivo così realizzato prende il nome di riproduttore magnetico. Costruito secondo modeste dimensioni (da avvicinare all'orecchio) esso è precisamente l'auricolare del comune telefono. Abbinando due riproduttori magnetici in maniera da poterli mantenere comodamente uno per orecchio, si ha la « cuffia ». Realizzando il riproduttore con organi di maggiori dimensioni ed applicando alla lamina vibrante un cono di carta, si ottiene un « altoparlante elettromagnetico », una volta molto in uso, ma oggi praticamente abbandonato e sostituito da altri tipi che, pur basandosi anch'essi sugli effetti del magnetismo, consentono soprattutto una riproduzione di maggiore fedeltà (suoni riprodotti più corrispondenti ai suoni originali). Vedremo tutto ciò ampiamente in una lezione dedicata esclusivamente agli altoparlanti.

Naturalmente, per il funzionamento di un altoparlante, data la maggiore massa in movimento, occorre maggiore energia di quella necessaria ad una cuffia. Il segnale disponibile dopo la rivelazione — che è sempre di modesta entità — non è in grado di far agire con sufficiente efficacia la membrana di un altoparlante. Occorre amplificarlo. I semplicissimi apparecchi che descriviamo nella lezione che segue si limitano alla rivelazione e consentono l'ascolto solo a mezzo di cuffia: sarà facile far seguire ad essi uno o più stadi di amplificazione B.F. così come insegneremo, dopo aver esposto il principio di funzionamento dell'amplificazione stessa.

RADIORICEVITORI SEMPLICI

Chi ha sin qui seguito con attenzione le lezioni che precedono e, in particolare l'ultima, è in grado di accingersi alla costruzione di semplicissimi ricevitori radio che presentiamo essenzialmente per dar modo di familiarizzare — come abbiamo già detto — con gli organi che li compongono e con i fenomeni che nei circuiti si svolgono.

Per presentare i suddetti apparecchi e per esaminare, progettare e studiare in genere un circuito, non è strettamente indispensabile attuare sempre e subito il circuito stesso; è invece possibile — come certo molti sanno — presentare sotto forma grafica quel circuito o quell'assieme di circuiti che sotto tale aspetto prendono allora il nome di « schema ».

E' necessario quindi, innanzi tutto, che di questa elaborazione del concetto di schema, dell'importanza e della grande utilità dello stesso sia ben conscio il lettore perchè è appunto lavorando sugli schemi e con gli schemi che egli potrà sviluppare nuovi progetti, ricercare guasti, studiare modifiche ecc.

DISEGNO di SCHEMI

Come ogni realizzazione di carattere tecnico, sia essa architettonica, sia decorativa, elettrica o elettronica, un dispositivo deve poter essere disegnato allo scopo di studiarne il funzionamento in fase di progetto, di perfezionarlo in fase di realizzazione e, per ultimo, di ripararlo in caso di guasto.

Poichè i componenti usati in elettronica hanno — come già si è detto — aspetti, forme e dimensioni conformi ai vari impieghi, sarebbe praticamente impossibile disegnare il circuito di un apparecchio radio o di un trasmettitore, o di un televisore, disegnando i vari componenti nella loro forma effettiva, sia perchè ne deriverebbe una grave insufficienza a causa della complessità di vari organi, sia perchè una simile procedura sarebbe troppo laboriosa.

Per ovviare a tali inconvenienti, sono stati stabiliti dei segni convenzionali, ognuno dei quali ha un significato vero e proprio ed inconfondibile con altri; tali segni sono stati scelti in maniera da rendere nel miglior modo l'idea di ciò che rappresentano, e adottati universalmente da tutti i paesi civili per divulgare la scienza elettronica e le sue innumerevoli applicazioni.

La tecnica del disegno di schema consta di due sistemi essenziali, ognuno dei quali ha uno scopo ben determinato: gli schemi funzionali o **a blocchi** e i diagrammi schematici o **schemi elettrici**.

I primi raggruppano, con un segno convenzionale, vari organi costituenti un dispositivo, e, nel caso di apparecchiature complesse formate da sezioni che compiono diverse funzioni, le stesse vengono rappresentate funzionalmente, ossia in modo che si possa seguirne il funzionamento nell'ordine progressivo (vedi figure da 1 a 6 - Lezione 7ª).

I secondi invece completano i primi aggiungendo tutti i dettagli omessi, ossia specificando il compito ed il valore di ogni singolo componente, purchè si tratti di parti che hanno importanza dal punto di vista elettronico e non meccanico. In altre parole, negli schemi elettrici vengono raffigurati tutti i componenti che portano corrente, siano esse correnti deboli o forti, e tutti quelli che portano tensioni, mentre vengono omesse quelle parti che compiono funzioni esclusivamente meccaniche.

Negli schemi non si tiene alcun conto della posizione che i vari organi hanno l'uno rispetto all'altro nella realizzazione dell'apparecchio, bensì essi vengono tracciati in modo tale che il tecnico che li osserva, e che sia in grado di interpretarli, possa seguire il percorso dei vari collegamenti, comprendere il funzionamento ed il compito assegnato ai vari organi, constatando tali dati in pratica nel caso che possa osservare contemporaneamente la realizzazione; se ciò non è possibile però, egli — a mezzo dello schema elettrico — può egualmente analizzare l'apparecchio in ogni suo particolare.

Come è facilmente comprensibile, i conduttori vengono rappresentati con tratti continui il cui spessore, nei confronti degli altri, può anche avere un significato. A volte infatti, si usa un tratto di spessore maggiore per raffigurare la massa, ossia il telaio dell'apparecchio, al quale convergono molti collegamenti comuni, negativi o positivi, a seconda dei casi.

Il fatto che un collegamento di uno schema sia diretto verso l'alto o verso il basso, a destra o a sinistra, o comunque in qualsiasi direzione, non ha alcun significato agli effetti pratici, in quanto se una corrente deve passare attraverso un conduttore, essa passa qualunque sia la posizione del conduttore; la direzione dei collegamenti tracciati in uno schema dipende unicamente dalla comodità di stesura e di lettura dello stesso.

Due collegamenti possono essere in contatto oppure isolati tra loro, il che è facilmente constatabile osservando un apparecchio qualsiasi. Ciònonostante, può verificarsi il caso che, durante il disegno dello schema,

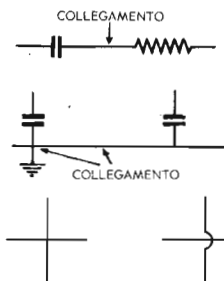



Fig. 1 — Tratti che negli schemi rappresentano collegamenti elettrici, e sistema per indicare un punto di contatto e uno di isolamento.

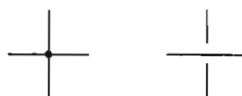



Fig. 2 — Altro sistema, spesso adottato negli schemi, per indicare un contatto tra i conduttori, e, a fianco, il relativo caso di isolamento.

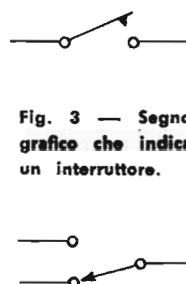



Fig. 3 — Segno grafico che indica un interruttore.

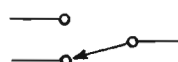



Fig. 4 — Esempio di deviatore o commutatore a 2 posizioni.

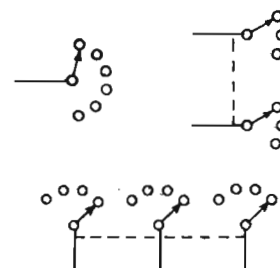



Fig. 5 — Commutatori vari. Vengono definiti rispettivamente: ad 1 via e 6 posizioni; 2 vie e 3 posizioni; 3 vie e 4 posizioni. Le linee tratteggiate indicano il monocomando.

essi debbano incrociarsi sulla carta. La **figura 1** mostra, oltre all'esempio di un collegamento normale ed uno di massa, i vari casi di conduttori in contatto o isolati. Se i due conduttori che si incrociano si intersecano direttamente, possono essere in contatto tra loro, ed in questo caso, nel medesimo schema, se in altri luoghi vi sono incroci isolati essi saranno rappresentati in modo che uno dei due scavalchi l'altro con un piccolo arco. Se invece l'incrocio diretto si intende come coppia di conduttori isolati, nei punti in cui gli incroci saranno in contatto verrà praticato un puntino in maniera evidente nel punto esatto dell'incrocio (vedi **figura 2**).

La **figura 3** mostra la rappresentazione grafica di un comune interruttore, ed è facile notare l'evidenza della possibilità di chiudere o di aprire il circuito spostando il contatto mobile la cui presenza è ovvia in un interruttore vero e proprio. Analogamente risulterà chiara la rappresentazione di un deviatore, illustrata dalla **figura 4.** Si nota infatti che la freccia, la quale indica il contatto mobile, può essere messa in contatto con l'uno o l'altro dei punti affiancati, a seconda di dove si desideri convogliare la corrente che percorre il conduttore facente capo alla freccia.

Una volta compresa la rappresentazione grafica dell'interruttore e del deviatore, sarà facile passare a quella del commutatore, sia esso semplice o complesso. La **figura 5** mostra appunto lo schema di alcuni tipi di commutatori, alcuni dei quali sono a varie sezioni. In questo caso, la linea tratteggiata che le unisce indica che esse vengono comandate da un unico perno, ossia che se una di esse subisce una rotazione del rotore, ruotano contemporaneamente i rotori delle altre sezioni con essa solidali.

Tutti i componenti che entrano a far parte di un'apparecchiatura elettrica sono rappresentabili schematicamente. Con i tratti di cui si è ora detto si schematizzano i collegamenti tra le parti stesse di modo che è facilmente intuibile come in un disegno completo o schema elettrico si possa avere — rappresentato in maniera inequivocabile e facilmente leggibile per un tecnico — un intero complesso elettrico o elettronico. Impareremo a distinguere tutti gli organi dalla loro rappresentazione grafica, man mano che li incontreremo nell'esposizione esplicativa della teoria del loro funzionamento.

RICEVITORI a CRISTALLO

Il radioricevitore più semplice che si possa concepire è rappresentato dal raccoglitore di onde elettromagnetiche, dal demodulatore o rivelatore e da un organo riproduttore. In altre parole: antenna — rivelatore a cristallo — cuffia (**figura 6**). Un cosiffatto apparecchio, pur funzionando regolarmente e cioè pur dimostrando nella pratica la corrispondenza dei principi teorici studiati, presenta notevoli inconvenienti e ragguardevoli limitazioni: esso è perciò soggetto a miglioramenti, in altre parole, ad una più elaborata struttura capace di rimediare ai suoi intrinseci difetti. Per meglio renderci conto di ciò, vediamo anzitutto questi ultimi.

Il rivelatore a cristallo è un dispositivo — come già detto — che non offre in sè alcuna possibilità di amplificazione; da qui la necessità di raccogliere il massimo di segnale a mezzo dell'antenna. Sappiamo che l'antenna è un organo o meglio un circuito risonante su di una data, propria frequenza (che dipende dalle sue caratteristiche elettriche); sappiamo che il massimo rendimento di un circuito oscillante si ottiene per la frequenza di risonanza, e sappiamo infine che le caratteristiche elettriche dell'antenna possono essere variate a mezzo di organi aggiunti (induttanze e condensatori).

Da quanto sopra è facile intuire che, nota la frequenza dell'emittente che si desidera ricevere, se — come praticamente avviene — non vi è corrispondenza con la frequenza di risonanza propria dell'antenna, occorre modificare tale frequenza fino a farla coincidere con quella che si vuol ricevere. Si suole definire tale operazione « sintonizzazione » o « accordo ».

In pratica per l'accordo di un'antenna si ricorre ad una induttanza e ad un condensatore contemporaneamente ed allora lo schema del ricevitore di figura 6 si trasforma in quello riprodotto in **figura 7.** Il condensatore, essendo variabile nel suo valore, permette di scegliere entro una certa gamma la frequenza: naturalmente potrebbe essere resa variabile anche l'induttanza, o solo l'induttanza, ma si è sempre dimostrato più pratico affidare tale compito al condensatore.

Se, realizzando un ricevitore come dallo schema di figura 6 noi, in posizione molto prossima ad una emittente e con la coincidenza di altre condizioni fa-

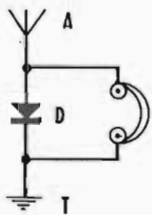



Fig. 6 — Raccoglitore d'onde, rivelatore e riproduttore fonico formano il più semplice ricevitore realizzabile.

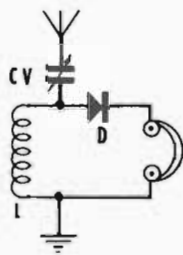



Fig. 7 — Con l'aggiunta di induttanza e capacità regolabile si eleva il rendimento per una data frequenza.

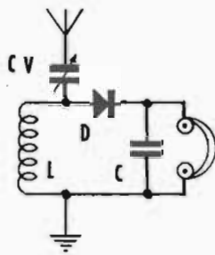



Fig. 8 — Inserendo « C » si impedisce che l'Alta Frequenza residua, dopo la rivelazione, si inoltri alla cuffia.

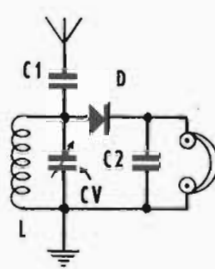



Fig. 9 — L'accordo sulla frequenza può essere meglio effettuato dal circuito « L-CV », accoppiato all'antenna tramite « C1 ».

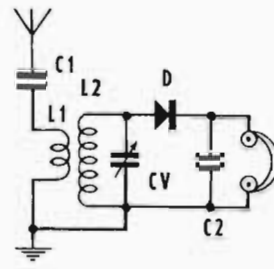



Fig. 10 — Il ricorso a due circuiti oscillanti tra loro accoppiati (trasformatore di A.F.) aumenta la selettività.

vorevoli, possiamo pervenire all'ascolto, passando a quello di figura 7 noteremo, in particolare per un dato valore del condensatore (che dipende dalla frequenza che si vuole sintonizzare), un aumento notevole della intensità sonora; inoltre verrà aumentato anche il raggio entro il quale l'ascolto può aver luogo, vale a dire che in località in cui con il primo ricevitore non è dato di effettuare alcun ascolto, con il secondo tale ascolto può invece verificarsi.

Il lettore ricorderà che nella schematica esposizione del principio illustrante la demodulazione si è detto (vedi pagina 52) che all'uscita del diodo (qui rappresentato dal cristallo) è opportuno eliminare l'Alta Frequenza residua. Per fare questo ne favoriremo la deviazione a mezzo di un condensatore che rappresenterà una buona via di conduzione (C in **figura 8**) e ciò ne impedirà l'inoltro al riproduttore: avremo attuato così un ulteriore miglioramento perchè la presenza dell'Alta Frequenza nel riproduttore, nel quale non è necessaria, può essere causa di inconvenienti, se non gravi, tuttavia a volte fastidiosi.

Rimangono ciò nonostante altri difetti all'apparecchio costruito secondo lo schema di figura 8: il principale consiste nella sua attitudine a ricevere non solo la stazione che si desidera ma anche eventuali altre stazioni presenti con lunghezza d'onda diversa. Si dice in questo caso che l'apparecchio non è *selettivo,* vale a dire che non riesce a scegliere, a selezionare, la stazione voluta, da altre. Tutto ciò, nonostante l'accordo d'antenna effettuato. Questo fenomeno viene giustificato dal fatto che, se per il punto di risonanza si verifica in effetti il rendimento più elevato del circuito oscillante, tuttavia per frequenze prossime a tale punto il circuito non rappresenta un ostacolo di modo che, se anche in misura minore, l'energia di altre emittenti perviene al cristallo e viene anch'essa rivelata traducendosi in suono. Un accordo o sintonizzazione presentante questo difetto è conseguenza di una risonanza che viene detta « piatta » in contrapposto ad una risonanza su di una sola e ben determinata frequenza (o quasi) che viene detta « stretta ».

Lo schema di figura 8 può essere variato in quello di **figura 9**. Qui si ha anzitutto una sintonizzazione molto approssimata tra l'antenna e l'apparecchio vero e proprio, ottenuta con l'impiego di un condensatore fisso, C_1, tra i due elementi. La sintonizzazione più stretta, quella atta a selezionare le stazioni, viene effettuata da CV che si trova ai capi della bobina L. Nel complesso — in particolare per determinate emittenti e situazioni — questo ricevitore può rappresentare un passo avanti nei rispetti dello schema precedente perchè può risultare leggermente più selettivo. Tuttavia, se si è in presenza di due stazioni che irradiano una notevole energia, la separazione sarà sempre alquanto problematica.

Se un circuito accordato effettua comunque una selezione di frequenza — anche se spesso insufficiente, come abbiamo testè visto — due circuiti del genere posti uno dopo l'altro potranno consentire una più acuta selezione. In altre parole, aumenteranno la selettività. Possiamo applicare questa idea al nostro ricevitore di figura 9 e perverremo allora allo schema di **figura 10** che risulta indubbiamente più selettivo del precedente. Esaminiamo un po' più attentamente questo schema: C_1-L_1 è uno dei circuiti oscillanti ed L_2-Cv è l'altro. Se ci richiamiamo a quanto abbiamo esposto a pag. 54 e 55 a proposito dell'induttanza, comprenderemo facilmente come, avvicinando L_1 ad L_2, potremo dar luogo — grazie al flusso rispettivo — ad un concatenamento o, per meglio dire, ad un accoppiamento mediante il quale risulta possibile trasferire (sia pure con un po' di perdite) l'energia presente in L_1 (proveniente dall'antenna) ad L_2. Avremo realizzato un trasformatore di Alta Frequenza; in esso, in questo caso, L_1 viene detto primario ed L_2 secondario.

Un circuito risonante elettrico è composto — sappiamo — da induttanza e da capacità tra loro connesse. Questi due elementi possono però essere uniti nel nostro caso, uno a seguito dell'altro così come si vede alle figure 7 e 8 (Cv-L), 9 e 10 (C_1-L e C_1-L_1 rispettivamente), oppure uno ai capi dell'altro, come appare a figura 9 per L-Cv ed a figura 10 per L_2-Cv. Nel primo caso si ha un circuito oscillante aperto, nel secondo un circuito oscillante chiuso.

Se pur vengono detti aperti, i circuiti risonanti Cv-L degli schemi di figura 7 e 8, e gli altri come tali citati, è opportuno precisare che per essi ci si riferisce agli organi aggiunti e non all'intero schema; infatti, sapendo che l'antenna presenta un'induttanza propria ed una sua capacità verso terra, possiamo raffigurare tale induttanza e tale capacità come in **figura 11.** Vedremo allora come, anche nel caso del circuito cosiddetto

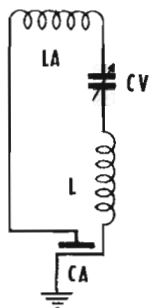



Fig. 11 — **Raffigurando con « LA » e con « CA » induttanza e capacità propria dell'antenna si constata che anche il circuito « aperto » è in realtà chiuso.**

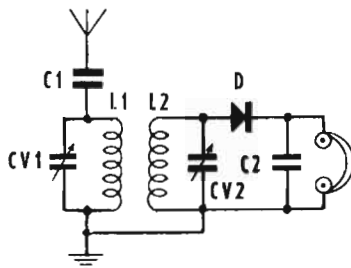



Fig. 12 — **Se il circuito primario del trasformatore di Alta Frequenza viene anch'esso accordato con un condensatore variabile (CV1) si ottiene un rendimento ed una selettività molto più alta.**

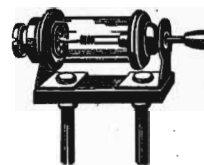



Fig. 13 — **Dispositivo rivelatore a cristallo di galena. Esso oggi è scarsamente usato perchè sostituito da diodi a contatto fisso.**

aperto, si abbia in realtà un circuito risonante chiuso.

Può accadere — e assai spesso accade — che anche il circuito di figura 10 non presenti una sufficiente selettività: si può pensare allora di ricorrere ad un terzo circuito risonante, ma in realtà poche volte ciò è possibile. Infatti, poichè — come sappiamo — non abbiamo amplificazione, e poichè per ogni trasformatore ha luogo una perdita, l'energia inizialmente disponibile verrebbe ad essere eccessivamente dispersa. Si preferisce, nel caso di cui sopra, ricorrere anzitutto ad un altro accorgimento per accrescere la selettività: sintonizzare in maniera « stretta » tanto il primario che il secondario del trasformatore di Alta Frequenza L_1-L_2. Lo schema diventa allora quello di **figura 12** ove, con l'aggiunta di CV_1 al primario (rispetto allo schema di figura 10) si attua una selettività assai maggiore.

Un ultimo accorgimento atto ad influenzare favorevolmente la selettività consiste nell'agire sul grado di accoppiamento (maggiore o minore distanza) tra L_1 ed L_2.

Quest'ultima induttanza riceve, tramite il flusso, la energia a radiofrequenza da L_1: è ovvio quindi che più accoppiata — più vicina — sarà alla bobina L_1 maggiore sarà il trasferimento. Viceversa, aumentando la distanza, il segnale in L_2 risulterà più debole: se l'allontanamento delle due bobine viene attuato di proposito sino al punto in cui i segnali di interferenza non riescono più ad influenzare L_2 mentre il segnale desiderato (e per il quale i circuiti sono accordati) può essere ancora utilizzato data la sua maggiore entità, si otterrà la discriminazione desiderata e si potrà dire di avere aumentata la selettività. Naturalmente tutto ciò si traduce anche in una diminuzione di rendimento.

Negli schemi di ricevitori a cristallo si possono includere più o meno varianti e accorgimenti atti a raggiungere il migliore sfruttamento dell'esigua energia disponibile, ma in definitiva non vi possono essere sostanziali discostamenti dall'unione classica dei componenti principali. Ci limiteremo, a questo proposito, alla descrizione di due esemplari nei quali appunto si possono compendiare le diverse idee che i progettisti hanno elaborato per ottenere il rendimento massimo.

E' opportuno premettere che, allo stato attuale della tecnica, il ricevitore a cristallo fine a se stesso non è più giustificato perchè anche assai economicamente è oggi possibile completarlo con circuiti di amplificazione in modo da ottenere un apparecchio di uso sufficientemente pratico. Il lettore che si accinge a realizzare un ricevitore a cristallo tenga presente ciò: daremo, in una prossima lezione — quando del montaggio e dei fenomeni di funzionamento egli si sarà fatta sufficiente idea — una descrizione dettagliata delle possibili soluzioni riguardanti il completamento, sotto questo punto di vista, della sua attuale realizzazione. In relazione a ciò ci preme però affermare che se realmente si vuole raggiungere per gradi — così come è senz'altro consigliabile — una conoscenza e padronanza della materia, è bene che qualcuna di queste semplicissime costruzioni venga realizzata: si avrà, se non altro, la soddisfazione di aver costruito, per la prima volta, un complesso elettronico che nella sua apparente semplicità è tuttavia completo e capace di riprodurre voci e suoni generati a distanza.

LA SCELTA del MATERIALE

Il rettificatore

Abbiamo sin qui parlato di ricevitori « a cristallo ». A questo punto dobbiamo precisare che, in realtà oggi il cristallo così come esso era inteso una volta non viene più impiegato.

Il cristallo (cristallo di galena, ossia di solfuro di piombo) è stato uno dei primi rettificatori o « detector » delle onde elettromagnetiche. Appoggiando su di esso, su di una superficie ristretta, un elettrodo (costituito da un filo elastico detto « baffo di gatto ») si verifica tra il cristallo e l'elettrodo quel passaggio in un solo senso, dell'energia a radiofrequenza, che è alla base del fenomeno di rettificazione.

La poca stabilità di contatto, l'ossidazione ed altri fattori, hanno comunque sempre reso di scarsa praticità l'uso di questo dispositivo, illustrato alla **figura 13**.

Esso è stato in questi ultimi anni sostituito da un elemento più stabile nel quale si svolge lo stesso fenomeno — formato da materiale semiconduttore (germanio o silicio) — e che prende il nome più corrente di diodo al germanio o diodo al silicio. Di tali diodi ve ne sono di vari tipi e forme (**figura 14**), tutti costituiti comunque da una piccola ampolla — contenente il semiconduttore ed i relativi contatti — dalle estre-

Fig. 14 — Tipi diversi di diodi rettificatori per Alta Frequenza. In tutti è presente un contrassegno (spesse volte una striscia) che indica il lato o « elettrodo » positivo.

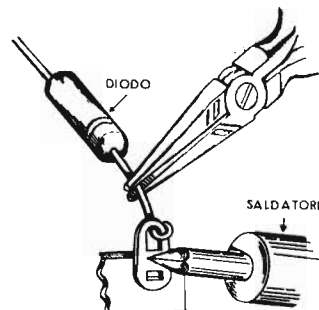



Fig. 15 — Nelle operazioni di saldatura dei diodi è opportuno impiegare una pinza che, assorbendo il calore dal filo conduttore impedisce che esso si trasferisca all'interno del diodo stesso.

mità della quale escono due terminali o elettrodi in filo metallico; come struttura e principio, il diodo attuale non differisce molto da quello a galena pur avendo sullo stesso i vantaggi che sono stati accennati.

Diremo subito — ai fini pratici del montaggio — che il collegamento mediante saldatura deve essere effettuato ad una distanza non inferiore a 15 mm dal punto in cui detti terminali entrano nel corpo del diodo, meglio ancora interponendo una pinza tra il diodo stesso ed il terminale da saldare (vedi **figura 15**). Ciò è utile, sia per tenere fermo in posizione il diodo, sia per consentire al calore trasmesso dal saldatore di disperdersi attraverso le armature della pinza prima di raggiungere il cristallo, cosa che sarebbe per esso dannosa.

L'acquisto di un diodo da impiegare nella realizzazione dei semplici ricevitori che più avanti descriveremo, non comporta problemi di scelta: è sufficiente accertarsi che esso sia del tipo atto alla rettificazione a radiofrequenza.

Condensatori

Negli apparecchi radio i condensatori sono largamente impiegati. Troviamo tipi a valore variabile e, in maggior misura, tipi a valore fisso. Inoltre, si incontrano condensatori che si differenziano tra loro anche per la natura del dielettrico (che sappiamo essere l'isolante esistente tra le armature): il dielettrico può essere in essi l'aria, la mica, la carta, materiale plastico, ceramica, un ossido, ecc. Nel loro aspetto alcuni tipi sono già stati illustrati alle figure 22 e 23 della lezione precedente. Abbiamo anche visto, succintamente, il loro principio di funzionamento: ci limiteremo quindi solamente ad alcuni cenni di carattere pratico.

Per quanto si riferisce ai condensatori a valore variabile — più correntemente detti « variabili » — possiamo affermare che i migliori sono senz'altro quelli che hanno come dielettrico l'aria. Sarà molto opportuno perciò che già dai primi acquisti si dia la preferenza a questo tipo in quanto capace del miglior rendimento, non solo, ma utilizzabile praticamente in ogni circuito mentre altri modelli (ad esempio a dielettrico mica, ecc.), se pur più economici e meno ingombranti, risulterebbero in avvenire — vogliamo dire per i successivi apparecchi che descriveremo — quasi sempre inservibili.

Sugli schemi degli apparecchi, o in calce ad essi, vengono sempre indicati i valori dei componenti. Così, per i condensatori, troveremo indicato il valore espresso in *microfarad* o *micro-microfarad* o ancora in *picofarad*. Si tratta di unità di misura della capacità; impareremo a conoscerne appieno il valore e vedremo, in assai maggiore dettaglio — e cioè in una lezione a ciò destinata — tutto ciò che concerne i condensatori stessi, nella loro teoria e nella loro costruzione. Per ora possiamo a buon conto acquistare quanto ci necessita solo che sia noto il valore necessario ed il tipo di dielettrico.

Per variare la capacità di un condensatore a ciò predisposto si agisce sul suo albero o perno di comando che è meccanicamente unito ad una serie di armature. Poichè, in conseguenza della variazione di capacità si ha la variazione della frequenza di quel dato circuito (circuito sintonizzato) si suole munire l'albero del « variabile » di un bottone ad indice o manopola graduata di modo che, rispetto ad un punto di riferimento fisso, è facile ritrovare ogni volta che lo si desidera, la posizione necessaria ad un dato accordo. Ciò è particolarmente utile quando tali comandi sono più di uno.

All'uopo sono in commercio molti tipi di tali bottoni ad indice e manopole graduate: esse hanno un foro centrale che solitamente è di diametro standard (circa 6 mm) così come è dello stesso diametro standard l'albero di comando del variabile. Il fissaggio avviene a mezzo di una o due viti di pressione laterale. Molto spesso l'albero del condensatore risulta troppo lungo; esso può essere facilmente accorciato con un taglio a mezzo di un seghetto, tuttavia, poichè nel nostro caso i montaggi dei primi ricevitori che eseguiremo sono sperimentali e come tali destinati ad essere poi smontati per riutilizzare il materiale, può essere opportuno trascurare l'estetica del montaggio e lasciare l'albero sporgente. A buon conto, un'altra soluzione è possibile e consiste — come si vedrà nei disegni costruttivi — nel disporre il condensatore, a mezzo di una squadretta, ad una distanza tale dal pannello frontale che consenta all'albero di sporgere solo quel tanto che è necessario per il fissaggio della manopola.

I criteri di massima che devono guidare nell'acquisto dei condensatori possono riassumersi, per ciò che

Fig. 16 — Le bobine di induttanza possono assumere forme diverse. A sinistra una bobina cosiddetta a « nido d'ape », oggi non più usata; in centro una bobina intercambiabile; a destra bobine con nucleo regolabile.

Fig. 17 — Tipi vari di cuffie. Questi riproduttori del suono possono essere anche monoauricolari, per dar modo a chi ascolta di udire anche i suoni dell'ambiente. Possono essere magnetiche, dinamiche, piezoelettriche: vedremo più avanti tali differenze.

riguarda i condensatori fissi: dielettrico mica o ceramica per quelli destinati a svolgere funzioni in circuiti percorsi da Alta Frequenza (circuiti sintonizzati, ecc.), dielettrico carta o materiale plastico per quelli da impiegarsi in circuiti a Bassa Frequenza. Per quanto si riferisce ai variabili: dielettrico aria, montaggio su cuscinetti a sfere e isolamento (materiale che sostiene e che divide la serie delle armature fisse da quelle variabili) ceramico.

Le induttanze

Le bobine che costituiscono le induttanze dei circuiti accordati sono l'unico organo che possa essere costruito dall'amatore stesso. E' per questo che saranno esposti dei dati costruttivi: ciò non toglie che nei casi più correnti — ossia quando le bobine non devono avere particolari prese e speciali avvolgimenti — sia preferibile acquistarle già avvolte. Si potrà così disporre di tipi con nucleo regolabile, in apposito materiale ferromagnetico (**figura 16**): il rendimento è più elevato che con il nucleo ad aria e l'ingombro è molto minore, con diversi vantaggi da ciò derivanti.

Data la particolarità dei due schemi che descriveremo, non essendoci in commercio bobine idonee, è giocoforza effettuarne la costruzione. Si adoperino supporti in buon cartone bachelizzato, filo di rame isolato con doppia copertura di cotone o di seta e, nell'avvolgimento delle spire, si ponga cura a che le stesse risultino ben ferme. L'inizio e la fine degli avvolgimenti faranno capo ad apposite pagliette sulle quali il filo sarà saldato e che serviranno anche per il collegamento dei conduttori d'unione al circuito.

Il riproduttore

Abbiamo esaminato sin qui, praticamente, tutti gli organi che entrano a far parte dei due nostri semplici ricevitori. Non ci rimane che fare un cenno al riproduttore sonoro, ossia la cuffia (**figura 17**). Occorre che la *resistenza interna* (dato che caratterizza la cuffia stessa), sia di alto valore: solitamente si hanno *2000 ohm* per ogni auricolare ed il valore è scritto sul retro degli stessi. Nel caso si venga in possesso di una cuffia usata occorre verificarne lo stato. Si svitino i due padiglioni, in maniera da accedere alla membrana, normalmente alloggiata tra sottili guarnizioni circolari. E' indispensabile aver cura di tali guarnizioni e rimetterle nella loro esatta posizione allorché la cuffia verrà nuovamente richiusa, in quanto esse determinano la distanza tra la membrana metallica e le calamite (o per meglio dire le espansioni polari delle medesime): da tale distanza dipende la sensibilità nonchè la qualità della riproduzione. La distanza deve essere più breve possibile pur evitandosi che sia talmente ridotta da portare, in presenza di un forte segnale, alla adesione costante tra calamita e membrana.

Una volta aperta la cuffia, si dovrà controllare (servendosi della membrana stessa) se le calamite esercitano la dovuta forza di attrazione: maggiore è detta forza, maggiore è il rendimento. In caso contrario, la cuffia è « scalamitata », per cui se si vuole ripristinarne l'uso occorre rivolgersi ad un laboratorio attrezzato per farla rimagnetizzare. Supponendo che le calamite siano efficienti in entrambi i padiglioni, si verifichino gli avvolgimenti e il cordone che ad essi fa capo, per accertare che non siano interrotti o presentino contatti incerti. A questo scopo è sufficiente una pila qualsiasi per comune lampada tascabile, anche se oramai fuori uso, ossia scarica per il suo impiego. Toccando i poli di detta pila con i terminali del cordone della cuffia, si dovrà udire, ad ogni contatto, il caratteristico rumore di una scarica emessa da entrambi i padiglioni. Il rumore sarà debole se la pila è scarica, e molto forte in caso contrario. La cuffia è comunque un organo di elevata sensibilità e si può rendersene conto collegando semplicemente ad una presa di terra (ad esempio il tubo dell'acqua o quello del termosifone) uno dei terminali, toccando con una mano l'altro terminale e semplicemente avvicinando l'altra mano al filo isolato dell'impianto domestico della luce elettrica: si udrà un caratteristico ronzio denotante appunto la presenza della corrente.

L'antenna

Per ricevere le trasmissioni con un ricevitore a cristallo — stante quanto si è già detto in merito all'esigua energia disponibile — è evidentemente necessario disporre di un efficiente mezzo atto a raccogliere il massimo di tale energia a radiofrequenza: questo mezzo è, come è noto, l'antenna.

L'antenna ideale è costituita da un conduttore della lunghezza di qualche decina di metri, teso tra due

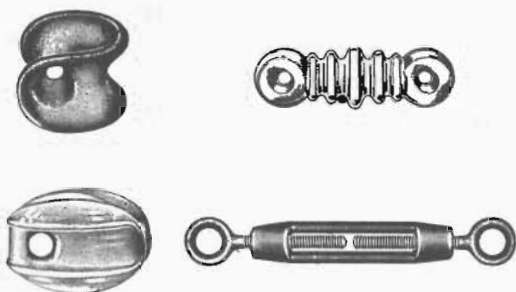



Fig. 18 — Isolatori per antenne esterne: a sella, a noce, a tirante. È riprodotto anche un tirante regolabile che viene spesso adottato in antenne esterne estese, per tendere adeguatamente il filo.

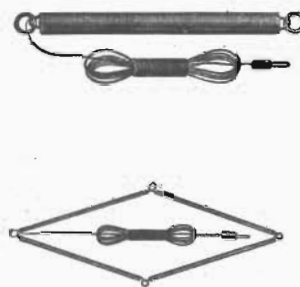



Fig. 19 — Antenne interne reperibili già pronte in commercio, per tratti rettilinei e per uno o più angoli.

Fig. 19 bis — Isolatori a chiodo, utili per fermare il filo delle antenne interne o le discese d'antenna.

punti posti molto in alto, possibilmente sulla sommità dell'edificio. Connesso a detto filo teso, si ha un conduttore che dall'antenna perviene sino all'apparecchio e che vien detto *discesa d'antenna*. Il filo d'antenna è nudo e isolato rispetto ai suoi sostegni, da entrambi i lati, da appositi isolatori (**figura 18**), mentre la discesa è quasi sempre costituita da un filo ricoperto da isolante che vien fatto passare con appositi isolatori nel muro, da finestre ecc.

L'antenna, così come è stata descritta, rappresenta la classica realizzazione di un tempo. Attualmente è assai difficile vederne, soprattutto perchè — come già si è detto — i ricevitori odierni offrono una sensibilità così elevata da poter fare a meno di tutta l'energia che una simile antenna raccoglierebbe.

Nel nostro caso particolare (ricevitore a cristallo) un'antenna come è stata illustrata sarebbe però più che opportuna per raggiungere il massimo rendimento. Tuttavia, è da chiedersi se valga la pena di effettuare una simile installazione per montaggi non definitivi, dato poi che sia facile, specialmente in città, riuscire in pratica ad una tale realizzazione di aereo. Occorrerà pertanto ripiegare su antenne assai meno efficienti: le così dette *antenne interne*. Queste antenne vengono anche vendute predisposte (**figura 19**) e vanno tese lungo le pareti di una stanza: un semplice filo di rame isolato, della sezione di circa un millimetro, può però fare al nostro caso. Esso sarà teso in prossimità del soffitto, ad una distanza di almeno 15 centimetri dai muri e sarà sostenuto da isolatori.

Si formerà una grande spira descrivente il perimetro del locale. Il filo ad un certo punto verrà piegato verso il basso e condotto all'apparecchio ove entrerà nell'apposita presa d'antenna, solitamente con una spina a banana. Volendo evitare anche questo tipo di installazione si può far fungere da antenna la struttura e l'impianto di un termosifone, l'impianto della tubazione del gas o, meglio ancora, l'impianto della tubazione dell'acqua. Questi collegamenti in realtà costituiscono una *presa di terra,* ma poichè presentano energia a radiofrequenza, se connessi all'entrata di un apparecchio radio, possono servire quali captatori delle emissioni. Il risultato è, in ogni caso, in stretta relazione con la località in cui ci si trova, la distanza dal trasmettitore e numerosi altri fattori che condizionano l'esito della ricezione con gli apparecchi a cristallo. Consigliamo di sperimentare diverse soluzioni in proposito per potersi così soffermare su quella che si rivelerà come la più idonea.

CRITERI GENERALI di REALIZZAZIONE

In effetti, non si può dire che esistano per gli apparecchi a cristallo norme costruttive da seguire scrupolosamente. L'esiguo numero dei componenti e dei collegamenti relativi fa sì che il materiale possa essere collocato nei più svariati modi. Tuttavia, esprimiamo egualmente un concetto che è opportuno avere sempre presente in quanto in seguito — specialmente con apparecchi assai complessi — può diventare un fattore di notevole importanza: tutti i collegamenti inerenti i circuiti nei quali circola radiofrequenza, e in particolar modo quelli facenti capo a circuiti accordati, devono essere quanto più brevi possibile.

Per attuare questa norma è evidente che si cercherà di sistemare bobine e condensatori variabili assai prossimi tra loro e per i conduttori dei collegamenti relativi si sceglierà sempre il percorso più breve.

I montaggi di ricevitori a cristallo sono spesso effettuati su pannelli, in custodie (**figura 20**) o su supporti di materiale isolante; in ciò si differenziano dagli apparecchi a valvole che ricorrono quasi sempre a telai o « chassis » in metallo. Infatti, in quest'ultimo caso, la presenza di molti organi porta a numerosi collegamenti, una parte comune dei quali viene affidata al metallo costituente il telaio stesso (tali collegamenti vengono detti *collegamenti di massa*). Naturalmente, anche nei semplici apparecchi che descriveremo si possono avere collegamenti che potremmo definire di massa, ma essi sono riuniti allora anzichè alla massa metallica di uno « chassis », ad un normale conduttore.

Come norma costruttiva per i montaggi in genere è bene seguire il criterio di radunare anzitutto tutti i componenti al completo prima di iniziare qualsiasi altra operazione. Questa precauzione permette una sommaria, ma tuttavia utile, verifica della possibilità di collocamento nello spazio a disposizione, specialmente quando si vuol contenere il tutto in una predeterminata custodia, e consente anche una specie di inventario per

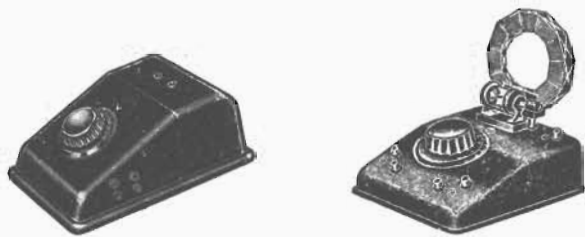



Fig. 20 — Due custodie in bachelite di tipo classico per apparecchi a cristallo. Sono a volte già munite di boccole per l'inserimento dei diversi organi, come si vede a destra; in quest'ultima figura si osserva anche l'impiego della bobina a nido d'ape.

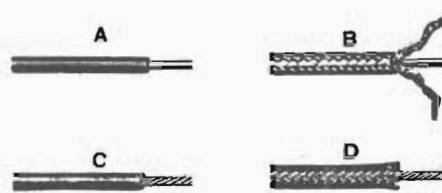



Fig. 21 — Fili per collegamenti. Possono essere a conduttore unico (A) e a più conduttori, sottili, intrecciati (B); a volte l'isolante è ricoperto da una fascia metallica (fili schermati) come in C e D.

assicurarsi che tutto il necessario sia a disposizione.

I componenti vanno in seguito collocati nelle posizioni ritenute migliori per loro: ciò si riferisce alle parti principali e di maggiore ingombro. Si potranno, dopo di ciò, iniziare i collegamenti.

In commercio si trovano diversi tipi di conduttori realizzati appunto per i collegamenti degli apparecchi radio (**figura 21**). Un tipo molto usato è quello cosiddetto «push-back» che è ricoperto in cotone paraffinato, colorato, ed è costituito da un conduttore in rame stagnato sul quale l'isolamento può essere facilmente fatto arretrare per scoprire il filo stesso e dare luogo alle saldature.

Un altro metodo per eseguire i collegamenti — in realtà poco usato per le apparecchiature comuni, più frequente invece nelle apparecchiature di misura — consiste nell'adoperare filo di rame nudo, stagnato e rigido, e nell'inserire su di esso un tubetto di diametro leggermente maggiore, lungo tutto il percorso da un componente all'altro: questo tubetto isolante è noto col nome di «sterling» ed è anch'esso colorato variamente.

E' superfluo ricordare l'importanza delle diverse saldature che si dovranno eseguire. Abbiamo detto a lungo su di esse, e sulla tecnica della saldatura, alla nostra seconda lezione.

Consigliamo, a chi si accinge al montaggio di un ricevitore, altri semplici accorgimenti che sono frutto di provata esperienza. Uno di essi consiste nel seguire un determinato ordine nell'effettuare i collegamenti stessi; è bene infatti iniziare da quelli che la normale, logica lettura dello schema pone all'inizio; vale a dire nell'ordine: *circuito di antenna - circuito accordato - rivelatore - Bassa Frequenza*. In altre parole, è come se si seguissero col montaggio le diverse fasi funzionali dell'apparecchio.

E' indispensabile avere innanzi a sè lo schema elettrico ed è molto utile farvi un segno in corrispondenza di ogni collegamento allorchè lo stesso risulta eseguito. Così si eviterà di dimenticare qualche unione di parti perchè, ad apparecchio finito, tutti i tratti dello schema elettrico dovranno risultare contrassegnati.

Circa la scelta fra i due apparecchi di cui facciamo seguire la descrizione non è possibile dare un suggerimento a priori. Indubbiamente il secondo risulta più complesso e, potremmo dire, più completo: sarà da preferirsi sicuramente nei casi in cui risulti necessaria una maggiore selettività. La spesa d'acquisto un po' più elevata in conseguenza della presenza di un maggior numero di componenti, non crediamo possa rappresentare un grave ostacolo, specialmente considerando il fatto che quasi tutto il materiale sarà poi ancora utilizzato. A buon conto, è pur possibile sempre eseguire successivamente i due montaggi, iniziando dal più semplice.

Entrambi gli apparecchi dovranno funzionare subito, non appena terminato l'ultimo collegamento: sarà sufficiente ruotare le armature del condensatore variabile per localizzare l'emittente. In caso di insuccesso occorrerà ricontrollare, uno per uno, i diversi collegamenti e, se gli stessi risulteranno corretti, bisognerà accertarsi (con una eventuale sostituzione) dell'efficacia dei singoli componenti.

Se l'apparecchio funziona si potranno apportare ad esso successivi piccoli ritocchi che consentiranno un rendimento superiore. Si tratterà, in genere, di attuare qualche variante che modifichi o la selettività o la sensibilità nei confronti di una stazione che si vuole ricevere in condizioni migliori rispetto alle altre. Soprattutto, si potrà agire sul circuito antenna-terra sperimentando, come si è già detto, tipi diversi d'antenna, con o senza la presenza contemporanea della «presa di terra» che, ricordiamo, a volte può fungere anch'essa da antenna.

Sconsigliamo senz'altro, per l'antenna, di servirsi dei cosiddetti «tappi luce», consistenti in un condensatore da collegarsi ad un filo dell'impianto di luce elettrica casalingo. E' una soluzione pericolosa perchè, per un eventuale guasto al condensatore stesso, può far pervenire all'apparecchio ed all'operatore la corrente della rete luce.

Si ricorda infine che, salvo quanto si è detto nei riguardi delle possibili varianti d'antenna, non è dato di superare un certo livello di risultati (buon ascolto in cuffia) perchè non si ha alcun effetto di amplificazione. I passi successivi per migliorare i risultati saranno appunto quelli che porteranno all'aggiunta di dispositivi di amplificazione di facile attuazione. E' quanto costituirà oggetto di una nostra lezione, non prima però di aver spiegato nei dovuti termini la teoria relativa al loro funzionamento.

SEGNI SCHEMATICI

 = Condensatore fisso

 = Condensatore variabile

 = Condensatore variabile

 = Condensatore variabile con altro di minore capacità (compensatore) in parallelo

 = Condensatore variabile doppio con comando unico (detto «in tandem»)

 = Nucleo fisso

 = Nucleo regolabile

 = Nucleo regolabile

 = Nucleo regolabile

 = Bobina a prese multiple

 = Bobina a induttanza variabile

 = Bobina con nucleo fisso

 = Bobina con nucleo regolabile

   = Bobine per A.F. accoppiate per induzione

  = Bobine per A.F. accoppiate, con secondario accordato

   = Bobine per A.F. accoppiate, con primario e secondario accordati

  = Bobine per A.F. con nucleo, accoppiate e accordate

 = Microfono

 = Altoparlante

 = Altoparlante

 = Altoparlante

 = Cuffia telefonica biauricolare

 = Raddrizzatore (rivelatore) a cristallo, (diodo)

DOMANDE sulle LEZIONI 7ª e 8ª

N. 1 -
Cosa si intende per « interferenza »?

N. 2 -
Quante sono le sezioni che compongono un trasmettitore completo?

N. 3 -
Cosa si intende per « stadio »?

N. 4 -
Quale è, in ricezione, la funzione contrapposta alla modulazione di un'onda trasmessa?

N. 5 -
Cosa si intende per « bobina »? Quale è la sua funzione?

N. 6 -
Quale è il compito di un nucleo magnetico allorchè viene introdotto in una bobina?

N. 7 -
In cosa consiste un condensatore? Quale è la sua funzione?

N. 8 -
In quale caso un condensatore viene detto « variabile »?

N. 9 -
Quali sono le parti vitali di un riproduttore telefonico?

N. 10 -
Quale è il compito del magnete permanente in una cuffia?

N. 11 -
Quale è il compito del « cristallo » in un ricevitore semplice?

N. 12 -
Come avviene la rivelazione dell'alta frequenza?

N. 13 -
Quali sono le condizioni necessarie affinchè un ricevitore sia « selettivo »?

N. 14 -
In quale modo è possibile aumentare la selettività di un ricevitore?

N. 15 -
In un ricevitore a cristallo è opportuno collegare un condensatore ai capi della cuffia: quale è il suo compito?

N. 16 -
In quanti modi è possibile ottenere l'accordo in un circuito oscillante costituito da un'induttanza ed una capacità?

N. 17 -
Quali sono le cause per cui non è possibile aumentare a piacere il numero dei circuiti accordati?

N. 18 —
Per quale motivo, in un circuito ad Alta Frequenza, i collegamenti devono essere il più possibile corti?

RISPOSTE alle DOMANDE di Pag. 41

N. 1 - La carica positiva è simile a quella derivata dall'attrito tra un corpo di vetro ed un panno di seta: la carica negativa è simile a quella derivata dall'attrito tra un corpo di gomma ed una pelliccia di gatto.

N. 2 - La molecola è la parte più piccola in cui può essere scissa una sostanza, e l'atomo la parte più piccola in cui può essere scisso un elemento.

N. 3 - In elettroni, protoni e neutroni.

N. 4 - Un ione è un atomo con una carica positiva o negativa.

N. 5 - I corpi sono tanto più conduttori quanto maggiore è il numero degli elettroni liberi in essi presenti, e viceversa. Non esiste una linea netta di divisione in quanto non esistono nè conduttori nè isolanti perfetti.

N. 6 - Le cariche opposte si attraggono, quelle analoghe si respingono.

N. 7 - La relazione secondo la quale l'aumento di una grandezza corrisponde alla diminuzione di un'altra, e viceversa.

N. 8 - Lo spazio circostante o interposto tra corpi caricati elettricamente.

N. 9 - In un passaggio di elettroni liberi di atomo in atomo.

N. 10 - Al movimento di 6,28 $\times$ 10^{18} elettroni.

N. 11 - La forza che determina lo spostamento di elettroni liberi.

N. 12 - L'opposizione al passaggio della corrente elettrica. L'unità di misura è l'Ohm, pari alla resistenza che determina la caduta di tensione di 1 volt con una corrente di 1 ampère.

N. 13 - Rispettivamente a 1.000, 1.000.000 e 1/1.000.000.

N. 14 - Due tipi di resistenze variabili: la prima a due terminali, costituiti dal cursore e da un capo della resistenza, e la seconda a tre terminali, costituiti dal cursore e dai due capi della resistenza.

N. 15 - Al prodotto tra la resistenza e il quadrato della corrente (RI^2). Si misura in watt.

N. 16 - In un generatore la corrente scorre dal polo positivo al polo negativo; in un circuito esterno scorre in senso contrario.

N. 17 - Il valore è 250 kohm, con tolleranza del 5 %.

N. 18 - Verde, nero, arancio.

N. 19 - Un deviatore è un dispositivo atto a chiudere alternativamente, — a seconda della sua posizione — due diversi circuiti aventi almeno un punto in comune.

N. 20 - Un commutatore è un dispositivo semplice o complesso, adatto a deviare il passaggio di una o più correnti diverse — a seconda delle posizioni — attraverso due o più circuiti aventi o meno punti in comune.

TABELLA 20 - DIODI RIVELATORI al GERMANIO

Tipo	Tens. inv. max. volt	Corr. dir. max. mA	Corr. inv. μA	Res. inv. Mohm	Marca
per impieghi generali					
OA 150	90,0	20	200 (40 V)	—	Telefunken
OA 159	30,0	5	50 (10 V)	0,200	»
OA 160	15,0	5	100 (10 V)	0,100	»
OA 161	130,0	20	200 (70 V)	—	»
OA 174	70,0	20	250 (150 V)	—	»
SFD 107	5,0	—	10 (10 V)	—	Microfarad
SFD 108	115,0	5	250 (100 V)	—	»
1N 34	60,0	150	500 (50 V)	0,330	Sylv. e RCA
1N 48	70,0	50	830 (50 V)	—	T. Houston
1N 51	40,0	25	1670 (50 V)	—	»
1N 52	70,0	50	150 (50 V)	—	»
1N 63	125,0	150	50 (25 V)	1,000	Sylv. e RCA
1N 65	70,0	50	200 (50 V)	0,250	Sylvania
1N 69	60,0	40	50 (10 V)	0,200	Sylv. e T.H.
1N 70	100,0	30	300 (50 V)	0,400	» » »
1N 75	100,0	50	50 (50 V)	—	T. Houston
1N 81	40,0	30	30 (10 V)	1,000	Sylv. e T.H.
1N 98	60,0	30	—	0,067	Sylvania
per frequenze alte					
OA 70	22,5	150	150 (22,5 V)	0,330	Philips
OA 72	45,0	100	130 (45 V)	2,000	»
OA 73	30,0	150	280 (30 V)	0,020	»
OA 79	45,0	100	90 (45 V)	0,500	»
OA 90	30,0	45	300 (30 V)	0,100	»
OA 172	50,0	1,5	200 (30 V)	0,400	Telefunken
SFD 106	25,0	300	200 (25 V)	2,000	Microfarad
1G 80	55,0	35	200 (50 V)	—	S.G.S.
1G 90	35,0	35	350 (30 V)	—	»
1G 91	20,0	40	100 (10 V)	—	»
1G 92	17,0	35	180 (10 V)	—	»
1N 38	100,0	150	100 (25 V)	1,400	Sylvania
1N 58	100,0	150	500 (50 V)	—	Sylv. e RCA
1N 60	—	150	40 (25 V)	0,150	Sylvania
1N 64	20,0	—	25 (1,3 V)	—	S.G.S.
1N 82	—	—	10 (10 V)	—	Sylvania

I diodi a cristallo per rivelazione sono disponibili in commercio in vari tipi, alcuni dei quali sono elencati nella tabella di cui sopra. Essa consentirà di scegliere, o di riconoscere, il tipo adatto alle esigenze dell'apparecchio che si desidera costruire. È bene chiarire il significato dei vari dati enunciati. La « tensione inversa massima » è la più elevata differenza di potenziale che può essere applicata al diodo *nel senso di non conduzione*, ossia nel senso della sua più alta resistenza. La « corrente diretta massima » è l'intensità di corrente che può percorrere il diodo *nel senso di conduzione*, senza deteriorarlo. La « corrente inversa » (in microampère) è determinata dall'applicazione di una tensione inversa (ampiezza riportata a lato, tra parentesi, come riferimento). La « resistenza inversa » è molto importante, in quanto, paragonata alla resistenza *nel senso di conduzione* (diretta), — che è sempre dell'ordine di qualche centinaio di ohm — dà un'idea del rendimento del diodo come rivelatore. Il rapporto massimo consente appunto il massimo rendimento.

COSTRUZIONE di DUE RICEVITORI a CRISTALLO

MODELLO SEMPLICE

Tutto ciò che può essere utile conoscere prima di intraprendere la costruzione è stato ampiamente detto; il testo che segue presume che sia stata attentamente letta la lezione precedente della quale questi cenni realizzativi costituiscono praticamente un complemento.

Il ricevitore di cui riportiamo lo schema elettrico a **figura 1** è indubbiamente tra i più semplici che si possano concepire: abbiamo del resto seguita, passo passo, l'evoluzione di un simile schema, notando quali benefici si possano trarre dalle successive varianti. La

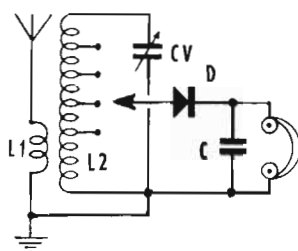



Fig. 1 - Schema elettrico del ricevitore semplice. L'energia raccolta dal circuito « antenna-L1-terra » viene trasferita per induzione al circuito sintonizzato L2-CV; a tale circuito è opportunamente accoppiato il cristallo rivelatore D all'uscita del quale si hanno solo correnti di frequenza acustica che la cuffia traduce in suoni.

ultima di queste, che solo qui è apportata, consiste nella presenza di diverse prese di collegamento sulla bobina di induttanza *L2*: vediamo ora il motivo di questo accorgimento ed i vantaggi che da esso derivano.

Affinchè la cuffia possa generare il massimo di suono occorre evidentemente che al cristallo rivelatore pervenga il massimo di segnale. Il cristallo (con tutto ciò che lo segue) rappresenta una certa resistenza — meglio detta « carico » — che viene ad essere posta ai capi del circuito oscillante accordato dal quale il segnale che interessa viene tratto. Ovviamente il « carico » allorchè è applicato abbassa l'entità del segnale altrimenti presente; in altre parole, se tra gli estremi del circuito oscillante (ai capi di *L2* nel nostro caso) possiamo leggere una data tensione in assenza di carico, allorchè si connette quest'ultimo tale tensione diminuisce. Occorre fare in modo che detta diminuzione sia dell'entità minima consentita, ciò che si ottiene (ammesso che il carico presenti la più alta resistenza possibile) con un accoppiamento opportuno che tenga conto sia delle caratteristiche del circuito oscillante che di quelle del carico, adattandole tra loro. In pratica, per far ciò con il nostro apparecchio è sufficiente spostare il punto di applicazione del carico lungo la bobina *L2* (da qui la necessità delle prese) fino a trovare il punto in cui si ha un passaggio della massima intensità di corrente attraverso il circuito di carico. La presa deve essere scelta dopo aver sintonizzato il ricevitore su una stazione, spostando il collegamento (a mezzo del cavallotto appositamente previsto) fino ad ottenere il massimo volume sonoro.

Non abbiamo ancora esposto quali siano le unità di misura della corrente nè come essa venga in pratica misurata, tuttavia, per chi già avesse conoscenza in merito diremo che — inserendo uno strumento lettore della corrente (*microamperometro*) nel circuito, dopo il rivelatore — mentre si aveva un'indicazione di 18 μA col cristallo connesso all'estremità superiore della bo-

Ecco l'elenco del materiale necessario:

1 tubo di cartone bachelizzato - diametro 4 cm - lunghezza 10 cm filo di rame smaltato, m 20 circa - diametro 0,22 mm

1 condensatore variabile ad aria - CV - capacità pF 365

1 diodo a cristallo di germanio - D - per impieghi generali in Alta Frequenza

1 cuffia magnetica, 4000 ohm di impedenza

1 condensatore a mica - C - da 200 pF

1 manopola graduata o bottone ad indice, per CV

Boccole, prese, squadrette di fissaggio, viti, spine a banana, filo e stagno per collegamenti.

Fig. 2 - Schema corrispondente a quello di figura 1; in luogo dei simboli sono riportati i disegni dei vari componenti.

bina, si raggiungevano ben 280 μA con presa a circa tre quarti dell'intero avvolgimento, in direzione della estremità inferiore (cuffia da 2000 ohm). Naturalmente in queste condizioni sia il volume sonoro che la selettività aumentavano notevolmente. Il controllo a mezzo di lettura di corrente deve servire unicamente come misura relativa, vale a dire per osservare quale sia la migliore posizione della presa: se il carico ha un valore più elevato, la lettura di corrente risulta minore che non con un carico basso, ma questo non significa che il risultato (energia totale disponibile) sia inferiore.

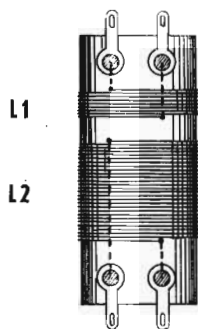



Fig. 3 - Bobina di induttanza. L1 = 16 spire. L2 (a 5 mm da L1) = 95 spire, con presa alla 35ª, alla 45ª, alla 60ª, e alla 80ª. Spire affiancate.

Veniamo ora a qualche cenno di natura costruttiva sebbene, a dire il vero, la realizzazione si presenti con tali caratteri di semplicità che un discorso in merito possa anche essere considerato superfluo.

La **figura 2** riporta una particolare versione dello schema che ai simboli sostituisce il disegno dei diversi componenti: per il principiante è questo un ottimo sistema per rendersi conto di come dallo schema elettrico classico si possa passare alla realizzazione pratica. Quest'ultima, nel disegno citato è ancora un po' simbolica, ma tuttavia chiaramente decifrabile, ed è tale anzi da lasciare al costruttore quella scelta definitiva del collocamento delle parti che gli consente di seguire suoi criteri di estetica e di finitura.

Un tipo di montaggio è stato previsto su pannello isolante (bachelite, ebanite o anche legno compensato) dello spessore di 3 o 4 mm. Il pannello che, come si può osservare dai disegni sottoriportati, reca tutto l'apparecchio, può fungere poi da coperchio ad una scatoletta o a qualsiasi altra custodia cui si adatti. Naturalmente i componenti, in conseguenza di quest'ultimo caso, possono essere collocati anche diversamente da come suggerito.

La bobina di induttanza è l'unico organo che deve essere costruito perchè non reperibile in commercio con le caratteristiche necessarie. Deve essere acquistato un pezzo di tubo di cartone bachelizzato dal diametro di 4 cm., lungo circa 10 cm; su tale tubo saranno effettuati gli avvolgimenti *L1* ed *L2*. La **figura 3** è molto chiara sull'aspetto della bobina finita. Le spire vanno avvolte tutte nello stesso senso; per ogni inizio e fine di avvolgimento si praticheranno due forellini sul tubo, prossimi tra loro, al fine di introdurre e far uscire subito dopo il filo di rame, così come si eseguisse un « punto » di cucitura. Questo accorgimento fà sì che le spire possano restare tese con indipendenza dal tratto di filo che serve, al di fuori della bobina, per i collegamenti.

Gli spezzoni di filo uscenti dalla bobina per ciò che si riferisce alla fine di *L1* e l'inizio di *L2* possono essere intrecciati tra loro. Tra i due avvolgimenti si lascerà uno spazio di 5 mm circa. Nell'avvolgere *L2* si dovrà porre cura nell'esecuzione delle prese: per attuare queste ultime, dopo aver avvolto il numero di spire necessario (ad esempio le prime 35) si praticheranno tre forellini, uno sotto l'altro, sulla direzione dell'ultima spira avvolta. Il filo sarà fatto entrare nel primo e uscirà immediatamente dopo, dal secondo, per costituire lo spezzone di collegamento con la propria boccola; all'altezza della boccola lo si ripiegherà su se stesso per tornare — intrecciando tra loro l'« andata » ed il « ritorno » — al secondo forellino della bobina, lo stesso cioè dal quale il filo è stato fatto uscire. Dopo essere rientrato in esso il filo uscirà infine dal terzo foro e riprenderà il suo senso di avvolgimento per costituire le spire seguenti sino alla prossima presa, ove si ripeterà l'operazione.

Il nostro schema riporta 4 prese su *L2*, ma dobbiamo avvertire che esse possono essere in numero maggiore o minore. Con diverse prese disponibili è più facile

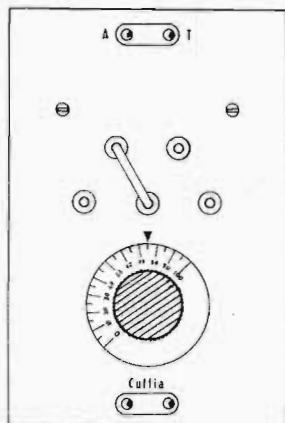



Fig. 4A - Veduta frontale del pannello di materiale isolante, dalle dimensioni di cm 10x15. Esso reca tutti i componenti e può fungere da chiusura di una cassettina.

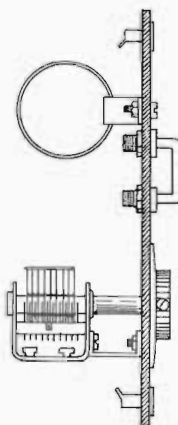



Fig. 4B - Il pannello-supporto visto di lato. Si noti la squadretta che distanzia il condensatore variabile per non obbligare al taglio del suo albero di comando.

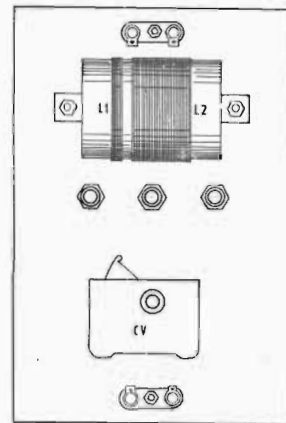



Fig. 4C - Il pannello visto da retro, prima dell'esecuzione dei collegamenti; nell'effettuare questi ultimi si collegheranno sia il diodo che il condensatore fisso.

adattare l'apparecchio ad una data stazione, di modo che, potendo riceverne più di una, si commuterà la presa a seconda della stazione e si raggiungerà sempre il risultato migliore.

Un numero maggiore di prese comporterà un numero maggiore di boccole, che saranno sistemate tutte a semicerchio tra quelle indicate, sicchè, col cavallotto facente sempre perno su quella centrale (boccola che è collegata al diodo rivelatore), si potrà stabilire il contatto con ognuna di esse (**figura 4**). Per contro, trovandosi in località ove è possibile la ricezione di un'unica stazione si può addirittura eliminare tutto ciò che riguarda tale commutazione, eseguendo una presa unica permanentemente collegata. Diamo, a **figura 5**, un esempio di questo caso; la figura illustra anche una diversa esecuzione del montaggio, che ha qui un carattere maggiormente sperimentale.

Si puo osservare chiaramente il particolare costruttivo di cui si è detto più sopra, relativo alla realizzazione delle prese sulla bobina (nel caso specifico: unione tra *L1* ed *L2*).

La scelta tra un montaggio del tipo riportato alla figura 4 e quello suggerito a figura 5 dipende dal fatto che si voglia costruire l'apparecchio per adibirlo realmente all'ascolto dei programmi oppure solo per sperimentare il circuito; quest'ultima ipotesi è quella che noi riteniamo più probabile perchè — come già abbiamo chiarito — si possono ottenere risultati più completi con successivi miglioramenti, consistenti soprattutto nell'aggiunta di amplificazione a *transistori*. La descrizione delle varianti da attuare a questo proposito, costituirà oggetto di una lezione nella quale saranno presentati sia ricevitori misti (diodi e transistori), sia apparecchi interamente a transistori, atti quasi tutti comunque, alla riproduzione in altoparlante.

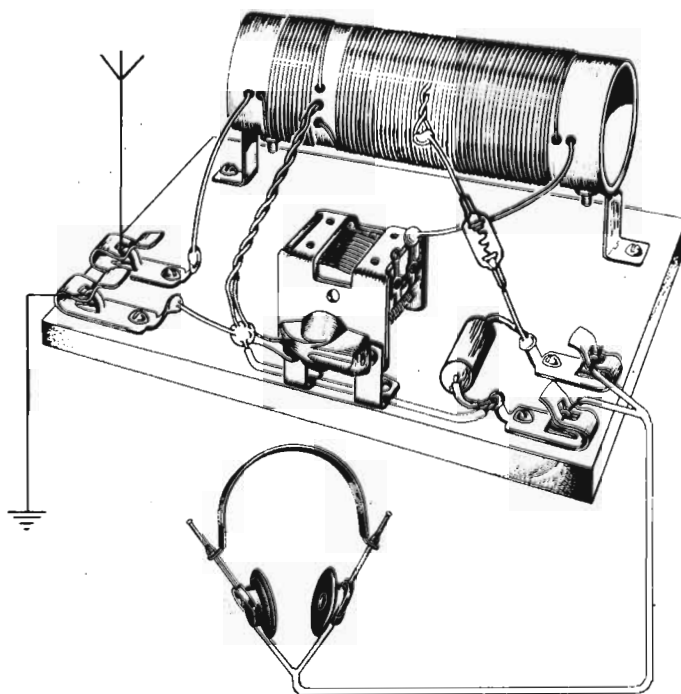



Fig. 5 - Montaggio a carattere sperimentale, su basetta di materiale isolante. La bobina può essere realizzata con tutte le prese indicate alla figura 3: individuata la presa migliore, si salderà definitivamente ad essa il diodo e si troncheranno gli spezzoni di filo delle altre.

MODELLO ad ALTA EFFICIENZA

Con l'impiego di alcuni componenti in più rispetto all'apparecchio sopra descritto è possibile costruire quest'altro modello che consente risultati migliori, sia per quanto riguarda la sensibilità che per quanto si riferisce alla selettività.

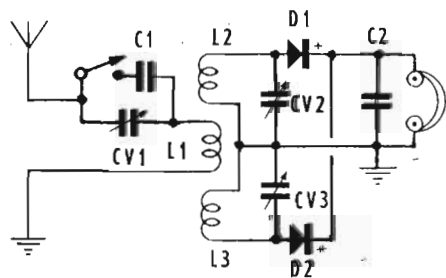



Fig. 6 - Schema elettrico del ricevitore a cristalli in controfase. Questo ricevitore permette risultati che nessun altro apparecchio a semplice cristallo può consentire; presenta sensibilità e selettività massime e con buona antenna rende possibile l'ascolto di un notevole numero di stazioni. Alla figura 7 — schema costruttivo — riportiamo l'elenco del materiale occorrente.

Grazie al ricorso a due cristalli rivelatori — che funzionani ognuno su una opposta semionda — si ottiene un segnale raddrizzato di ampiezza che, riferita a quella di un solo cristallo, risulta pressochè doppia. Avvertiamo subito però che il volume sonoro ottenibile non risulta anch'esso raddoppiato perchè a segnale elettrico doppio non corrisponde, per l'orecchio umano, una sensazione di suono pari a due volte il suono primitivo. Tuttavia, il miglioramento è notevole, ed apprezzabile soprattutto nei casi in cui si hanno risultati mediocri con altri ricevitori.

Vediamo ora lo schema riprodotto alla **figura 6**.

Lo scopo di queste prime costruzioni è soprattutto — come abbiamo già premesso — quello di avvicinare il lettore alle realizzazioni pratiche affinchè con le parti, i circuiti ecc. familiarizzi e acquisti la necessaria confidenza. Cio nondimeno, è indispensabile che egli si renda conto, nello stesso tempo, dello svolgersi dei fenomeni elettrici e della funzione che i singoli componenti compiono ai fini del risultato finale. Per il citato motivo l'esame dello schema sarà fatto in maniera comparata nei riguardi dello schema già esaminato, quello dell'apparecchio precedente.

Appare subito evidente che qui nel circuito d'antenna (*primario*) si effettua un accordo molto più accurato (mediante un organo aggiunto: *CV1*); la conseguenza è che al circuito ad esso accoppiato (*secondario*) viene trasferita maggiore energia dell'onda interessata e minore di quelle da eliminare (interferenti). In altre parole, ciò significa contemporaneo aumento di sensibilità e di selettività.

Lo scopo di *C1* — che a mezzo di un commutatore

può essere inserito o meno — è quello di modificare il valore di *CV1* (essendo connesso in parallelo, il valore viene aumentato) onde far sì che per tutta la gamma delle onde medie il circuito sia sintonizzabile. Date le costanti in giuoco (valore di *L1*, ecc.) tale accordo non sarebbe possibile col solo *CV1*. L'opportunità di inserire *C1* sarà vista in pratica: generalmente l'aggiunta si rivelerà utile per stazioni con frequenza più bassa di 850 kHz circa.

La particolarità più notevole del ricevitore non risiede però nell'accordo del circuito d'antenna testè visto, bensì nella presenza di due circuiti accordati al secondario (*L2*—*CV2* ed *L3*—*CV3*) il segnale dei quali viene rivelato indipendentemente con proprio rivelatore (*D1* e *D2*). L'onda in arrivo si presenta perciò con una semionda ai capi di *L2* e con la semionda seguente ai capi di *L3*: le due induttanze, o meglio i due circuiti accordati, devono possedere un punto in comune, che risulta essere quello a potenziale zero; esso corrisponde perciò a quello prescelto per la connessione cosiddetta di « massa », collegata opportunamente a terra.

delle caratteristiche, ma il prezzo risulta alquanto alto se riferito ai diodi singoli: per questa nostra applicazione, se si vuole economizzare, si può fare a meno della coppia già predisposta (ad esempio 1N35) e si possono acquistare i diodi semplici.

Il numero di spire di *L1* è di 45: quello di *L2* ed *L3* di 140 spire ciascuna. Le spire si intendono affiancate: lo spazio tra *L1* ed i due avvolgimenti ad essa accoppiati è di 3 mm. La **figura 7** riproduce in maniera molto chiara i collegamenti necessari nonchè le induttanze ora accennate, per eseguire le quali si avvolgerà il filo di rame smaltato, sempre nello stesso senso. Si raccomanda di collegare i due diodi rispettando il senso della polarità indicata ed adottando quelle precauzioni — per effettuare le relative saldature — che già sono state riferite.

Naturalmente anche qui si potrà dare al montaggio un aspetto di apparecchio finito — destinato cioè ad essere sempre usato — oppure l'aspetto di realizzazione sperimentale, vale a dire provvisoria. In entrambi i casi si avrà una guida nei disegni riportati per l'apparecchio

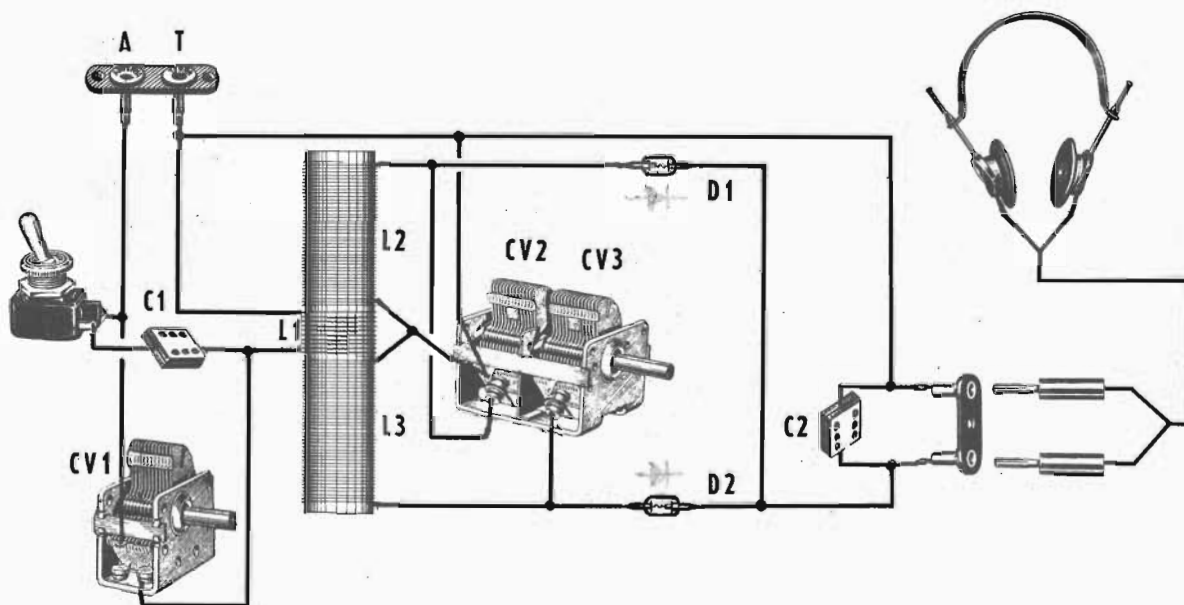



Fig. 7 - Schema corrispondente a quello di figura 6.

Elenco del materiale necessario:

1 tubo di cartone bachelizzato - diametro 2,5 cm - lunghezza 15 cm

filo di rame smaltato, m 30 circa - diametro 0,20 mm

1 condensatore variabile ad aria - CV1 - capacità pF 365

1 condensatore variabile ad aria, doppio - CV2/CV3 - capacità pF 365 + 365 pF

2 diodi a cristallo di germanio - D1/D2 - per rivelazione Alta Frequenza

1 cuffia magnetica, da 4000 ohm.

1 condensatore a mica - C1 - da 1000 pF

1 condensatore a mica - C2 - da 200 pF

1 commutatore a levetta

2 manopole o bottoni ad indice, per CV1 e CV2/CV3

Boccole, prese, squadrette di fissaggio, viti, spine, filo e stagno per collegamenti.

L'accoppiamento tra *L1* ed i due circuiti (*L2* ed *L3*) deve essere di pari grado: i due circuiti secondari identici tra loro, ed anche i rivelatori devono presentare spiccate caratteristiche di eguaglianza. Tutto ciò è facilmente ottenibile, come vedremo.

Anche per questo apparecchio la bobina di induttanza deve essere costruita appositamente. Il criterio costruttivo è analogo a quello della bobina già vista e non vi è, anzi, la complicazione delle prese intermedie.

I condensatori variabili eguali tra loro sono correntemente in commercio: il comando naturalmente è unico ed il tipo è detto « in tandem ». Vi sono anche coppie di diodi già selezionati per una eguaglianza notevole

più semplice: saranno sufficienti poche varianti dovute al diverso numero delle parti.

Col comando di *CV2*/*CV3* si individuerà la frequenza della stazione emittente; successivamente con quello di *CV1* si troverà la posizione di segnale massimo. Si controllerà infine se l'inclusione di C1 è utile o meno.

Come abbiamo premesso, la potenza ottenibile — in relazione anche al tipo di antenna adottato — è notevole, superiore senz'altro ad apparecchi semplici a cristallo. In molti casi, per le stazioni locali si può addirittura riuscire a far funzionare — in luogo della cuffia — un altoparlante, che naturalmente deve essere del tipo magnetico.

Saranno argomento di questo Corso, tra l'altro: **i transistori** questi nuovi, rivoluzionari organi delle più recenti realizzazioni dell'elettronica. L'impiego dei transistori si estende rapidamente: sono già numerosi i ricevitori e gli amplificatori in commercio che ne sono dotati e il loro numero è indubbiamente destinato ad accrescersi perchè i transistori sostituiranno con ampia percentuale, le valvole termoioniche. E' perciò necessario che il radiotecnico li conosca, sappia applicarli, si renda conto di quanto e di come differiscano dalle valvole, sia aggiornato nei tipi e nelle caratteristiche. Saranno descritti numerosi montaggi di ricevitori, trasmettitori e dispositivi elettronici da realizzare con l'impiego di transistori.

La modulazione di frequenza o F.M., come viene correntemente definita, è il sistema di trasmissione radiofonica che in questi ultimi anni è venuto ad affiancarsi a quello classico della modulazione di ampiezza. Che cosa sia la F.M., quali caratteristiche presenti, come funzionino e si realizzino i ricevitori per F.M. sarà ampiamente detto durante lo svolgimento del Corso. Oramai anche i ricevitori più economici sono caratterizzati dalla possibilità di ricezione della modulazione di frequenza: il radioamatore, e più ancora il radioriparatore, devono perciò rendersi pienamente consci della tecnica relativa, degli schemi, e dei particolari circuiti.

Un'altra tecnica in piena evoluzione è quella **dell'Alta Fedeltà**. Le esigenze per ciò che riguarda la fedeltà di riproduzione sonora sono notevolmente aumentate. Il materiale relativo alla sezione di Bassa Frequenza di molti ricevitori nonchè quello di appositi amplificatori, rivelatori e riproduttori si è andato e si va vieppiù affinando e perfezionando; ne risultano nuove tecniche, nuove disposizioni circuitali, nuovi accorgimenti che è duopo conoscere. Citiamo in proposito **la registrazione magnetica** che ha visto un rapido espandersi dei magnetofoni, cui fa riscontro, nella battaglia tra il nastro e il disco, il microsolco. Ora, entrambi hanno affinata la loro tecnica con la **riproduzione stereofonica.**

In questi ultimi tempi hanno fatto la loro comparsa ricevitori e amplificatori montati secondo il sistema dei **circuiti stampati.** Si tratta di pannelli caratterizzati dal fatto che i collegamenti necessari all'unione dei vari componenti sono già esistenti sul pannello stesso, sotto forma di un conduttore che viene ricavato seguendo alcune fasi della tecnica di stampa. E' evidente che un tale sistema — adottato anche parzialmente, e cioè in sole sezioni di un complesso — reca riduzioni di costo notevoli se l'apparecchio viene prodotto in grande serie. E' intuitivo anche che il tecnico debba d'ora in poi sapere quali sono i punti delicati e come ci si debba comportare nei confronti di questo nuovo metodo realizzativo. Il nostro Corso, al momento opportuno, affronta l'argomento e lo illustra nei suoi più minuti dettagli.

Una tra le più allettanti attività in campo radio è quella della **trasmissione dilettantistica.** Chiunque può ottenere la licenza di trasmissione previo un facile esame su argomenti e materia che il nostro Corso ampiamente espone ma esso, in proposito, non si limita alla preparazione per il superamento dell'esame: riporta descrizioni di trasmettitori e ricevitori appositi da realizzarsi, riporta le norme che regolano l'attività, le caratteristiche dei materiali idonei, indirizzi, prefissi, abbreviazioni, ecc. Va ricordato che questa della trasmissione, cioè delle comunicazioni a distanza tra amatori di tutto il mondo, è la forma più suggestiva e appassionante di attività radiotecnica; è proprio tale attività che assai spesso porta alla formazione dei più abili tecnici, come ampiamente l'esperienza dimostra. E' pertanto un passatempo del più alto valore istruttivo che molto spesso contribuisce anche al nascere di amicizie e relazioni con radioamatori di tutti i continenti.

Una forma particolare di detta attività può considerarsi poi il **radiocomando.** Anche in questo ramo sono numerosi gli appassionati. L'argomento non sarà quindi dimenticato nè per chi ha pratica di questa tecnica nè per chi ad essa vuole dedicarsi.

Ovviamente, un'importanza notevole riveste il settore degli strumenti e delle **apparecchiature di misura.** Senza di esse ogni attività e ogni nozione si può dire risulti vana e monca, nel nostro campo: il progettista quanto l'amatore, il riparatore quanto l'installatore e lo stesso commerciante evoluto, hanno necessità di eseguire controlli di efficienza, misure di rendimento, accertamenti, rilievo e ricerca di guasti, tarature, messe a punto ecc. e tutto, è noto, si svolge con l'ausilio degli apparecchi di misura. Naturalmente, per ogni categoria vi sono gli strumenti più indicati e noi di essi forniremo i dati costruttivi, la tecnica di impiego nonchè le norme d'uso sia per i singoli tipi, sia per i diversi impieghi. Tratteremo così della **taratura** e della **ricerca dei guasti.**

E' noto che i laboratori di ricerca applicata più progrediti e più famosi nel mondo sono quelli delle grandiose industrie statunitensi. Dall'U.S.A. ci provengono le notizie delle scoperte più sensazionali in campo radio e tutti quei nuovi dati, quelle norme e quegli schemi che alla scoperta fanno seguito allorchè questa passa alla fase di pratica attuazione e sfruttamento. Orbene, mentre può essere della più grande utilità per un tecnico conoscere la lingua inglese e seguire direttamente sulle riviste americane il progresso, non è detto che chi tale lingua non conosce, non possa sufficientemente interpretare schemi e brevi norme, solo che abbia la possibilità di ricorrere ad un **vocabolario tecnico dall'inglese all'italiano.** Pubblicheremo perciò, su ogni fascicolo, due pagine di vocaboli e termini tecnici con la relativa traduzione e siamo certi che ciò potrà più di una volta tornare utile anche a chi già conosce la lingua inglese.

E veniamo, in ultimo, ad un argomento che certamente il lettore si sarà meravigliato di non aver visto accennato prima: **la televisione.** A questo proposito il nostro programma è quanto mai impegnativo: esso è tale che non ci è consentita per il momento alcuna indiscrezione, soprattutto perchè sulla televisione serbiamo al lettore che ci vorrà seguire per qualche mese una importante e, siamo certi, graditissima sorpresa.

IMPORTANTE! : se vi interessano i prossimi fascicoli datene subito avviso al vostro giornalaio!

Per un anno, a domicilio, un completo Corso che vi costa un decimo di tutti gli altri Corsi

Vi formerete un volume di ben 1248 pagine: un prezioso manuale-enciclopedia di elettronica